

Sobrevivência do pinheiro-bravo após incêndio

Método dos atributos vitais

Ágata Rodrigues Lam

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais

Orientadores: Doutor Francisco Manuel Cardoso de Castro Rego
Mestre Marta Sousa Rocha

Júri:

Presidente: Doutora Maria Margarida Branco de Brito Tavares Tomé, Professora Catedrática, Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor José Miguel Oliveira Cardoso Pereira, Professor Catedrático, Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa e Doutor Francisco Manuel Cardoso de Castro Rego, Professor Associado com agregação, Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Centro de Ecologia Aplicada Baeta Neves, instituição de acolhimento do mestrado, pela oportunidade que me deu para desenvolver este estudo e pela disponibilização da informação que lhe serviu de base.

Ao Instituto Superior de Agronomia e ao Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas e à Direcção-Geral do Território pelo acesso à cartografia das áreas ardidas e ocupação do solo, respetivamente.

Ao Professor Francisco Castro Rego e à Mestre Marta Sousa Rocha, orientadores desta dissertação, pelas suas sugestões e comentários.

Ao Professor José Miguel Pereira pelos esclarecimentos e sugestões de reformulação da dissertação.

À Professora Margarida Tomé, à Professora Paula Soares e restantes colegas do grupo Forchange que com as suas observações e críticas deram uma nova perspetiva de análise aos resultados.

A todos os outros, colegas e familiares, que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização desta etapa.

RESUMO

O pinheiro-bravo (*Pinus pinaster* Aiton) é atualmente a espécie arbórea mais afetada pelos incêndios florestais, tendo a sua área vindo a diminuir nas últimas décadas.

O objetivo deste trabalho foi averiguar a existência de uma ou mais características, atributos vitais do pinheiro-bravo que influenciam determinantemente a persistência da espécie após-incêndio. Noble e Slatyer (1977) introduziram novos conceitos de padrões de repovoamento após uma perturbação sob influência de vários períodos entre incêndios. Para efetuar esta análise tivemos por base duas cartografias temáticas (Inventário Florestal Nacional 1965-1978 - IFN70, vetorizado no Projeto Fireland e a Carta de Ocupação/Uso do Solo 2007) e ainda a cartografia das áreas ardidas (1975 a 2006).

Para simplificar a análise e dar ênfase a padrões na dinâmica da evolução da ocupação, as 29 classes (legenda IFN70 para pinheiro-bravo) foram agrupadas em 9 grupos. Analisamos cada grupo quanto à distribuição das diversas ocupações, após incêndio, de acordo com os valores mínimo dos intervalos de recorrência entre incêndios no período em análise.

Pela análise da totalidade dos dados, verificou-se que a persistência do pinheiro-bravo aumenta quando o intervalo mínimo de recorrência entre dois incêndios consecutivos é de 8-10 anos. Podemos conjecturar sobre a presença de dois atributos vitais. Um deles será a idade de início da produção de pinhas, que começa a tornar-se regular a partir dos 10 anos (Correia, Oliveira & Fabião, 2007). Nessa idade, em que os povoamentos começam a produzir propágulos, aumentam as suas hipóteses de sobrevivência. O segundo atributo estará, provavelmente associado à idade em que é atingida uma espessura de casca de cerca de 1,25 cm, que contribui para a diminuição da mortalidade das árvores adultas numa situação de incêndio de baixa a média severidade, particularmente evidente nos povoamentos irregulares, influenciando assim cumulativamente a resiliência dos povoamentos.

PALAVRAS-CHAVE

Atributos vitais; pinheiro-bravo; período de recorrência; incêndios; pinhas serotinas.

ABSTRACT

Maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton) is the forest species most affected by wildfires in Portugal resulting in that its area has been decreasing in the past decades.

The overall objective of this work is to evaluate the vital attributes of maritime pine that are relevant in a vegetation replacement sequence after fire. Noble and Slatyer (1977) introduced new concepts of replacement patterns following disturbance under various inter-fire periods. For this purpose, two thematic maps were used: National Forest Inventory from 1963 to 1980 (IFN70) and the Portuguese Land use/Land cover Map of 2007 (COS'70) and also the historical burnt area maps from the period 1975 from 2006.

To simplify the analysis and emphasize the main patterns of land use dynamics, we grouped the original classes of maritime pine (29) into 9 classes. The land use dynamics following a disturbance was analyzed for each of these classes as a function of the inter-fire period.

Data analysis showed a trend of an increment of maritime pine areas after an inter-fire period of 8 to 10 years in detriment of shrublands. The presence of two vital attributes can be identified as the possible reasons for the trend observed. The first is the age for regular pine cone production on maritime pine stands, which starts at the age 10 (Correia *et al.*, 2007). At this age, the individuals are able to contribute with propagules, and thus are more resilient to fire. The second attribute is associated with bark thickness. At this age bark thickness is approximately 1,25 cm, which contributes to decrease the mortality of the older trees subjected to low to moderated severity fires especially in uneven aged stands. The combination of the two vital attributes can help explain the species resilience in fire prone regions.

KEYWORDS

Vital attributes; maritime pine; periodicity of the disturbance; wildfires; serotiny – cone protection.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	14
2	CONCEITOS BASE: ATRIBUTOS VITAIS	17
2.1	<i>Método de persistência/resiliência – evasão</i>	17
2.2	<i>Condições de estabelecimento</i>	20
2.3	<i>Ciclo de vida</i>	21
2.4	<i>Regeneração do pinheiro-bravo após-fogo</i>	24
3	CASOS DE ESTUDO	27
3.1	<i>Espanha</i>	27
3.2	<i>Portugal</i>	28
3.3	<i>Metodologia semelhante (Sudoeste da Austrália)</i>	30
4	OBJECTIVOS DO ESTUDO	33
5	MATERIAL E MÉTODOS	34
5.1	<i>Material</i>	34
5.1.1	Cartografia IFN70 (1965/78) no formato digital resultante do Projeto FIRELAND (CEABN/DGT), com base no IFN1 (1963/66) e IFN2 (68/80):	34
5.1.2	Carta de Ocupação do Solo (IGP) referente ao ano 2007:	35
5.1.3	Cartografia das áreas ardidas (ISA/ICNF) 1975-2005:	37
5.2	<i>Métodos</i>	37
5.2.1	Procedimentos da análise da dinâmica dos povoamentos de pinheiro-bravo	37
5.2.2	Operadores específicos e <i>software</i> utilizado	38
6	RESULTADOS	40
6.1	<i>Transição dos povoamentos de pinheiro-bravo em 1965-78, para as diferentes ocupações em 2004-2006.</i>	40
6.2	<i>Transição dos povoamentos de pinheiro-bravo (1970) não ardidos para as diferentes ocupações (2006)</i>	43
6.3	<i>Transição dos povoamentos de pinheiro-bravo (1970) ardidos para as diferentes ocupações (2006)</i>	44
6.3.1	Transição em função do número de incêndios	44
6.3.2	Transição em função do tipo de povoamento	45

6.3.2.1	Povoamentos puros regulares	45
6.3.2.2	Povoamentos puros irregulares	48
6.3.2.3	Povoamentos mistos	53
7	CONCLUSÃO	58
7.1	<i>Fontes de incerteza</i>	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução da área de pinheiro-bravo em Portugal Continental (1963-2010)	15
Quadro 2 – Resumo dos atributos do pinheiro-bravo segundo classificação de Noble e Slatyer (1977)	22
Quadro 3 - Média dos valores para os atributos relacionados com o fogo para os principais grupos ecológicos definidos por Tapias <i>et al.</i> (2004) para <i>Pinus pinaster</i> . Nas parcelas de amostragem foram medidas 32 árvores (8 por cada um dos 4 grupos ecológicos) com 26 anos de idade.	26
Quadro 4 – Resumo da pesquisa bibliográfica sobre quantificação dos atributos vitais.....	33
Quadro 5 - Fases fisionómicas de desenvolvimento de povoamentos puros e regulares. Adaptado de Oliveira et al. (2000), (1) Fernandes et al. (2005) e Fernandes & Rigolot, 2007 (2) Burrows, Ward, & Robinson (2000). (*) Grupos referentes ao Quadro 7 (página 38)	33
Quadro 6 - Características da informação base.....	34
Quadro 7 - Classes IFN70 para pinheiro-bravo, respetivas siglas e grupos adotados para este estudo	36
Quadro 8 – Distribuição da área total de povoamentos de pinheiro bravo em 1970 (1965-1978) pelos 9 grupos (classes IFN70) de tipologia para análise das transições.	41
Quadro 9 - Transição Total: (1970 - 2006) Distribuição por transição ocorrida nas áreas ardidas e não ardidas.	42
Quadro 10 - Transições verificadas nas áreas não ardidas e distribuição pelas diversas classes de Pb – IFN70, que transitaram para Ec em 2007.....	43
Quadro 11 - Estrutura dos povoamentos de pinheiro-bravo Fonte: (AFN, 2012)	45
Quadro 12 - Povoamentos irregulares de pinheiro-bravo (Percentagem de coberto arbóreo).....	48
Quadro 13 - Transição povoamentos mistos (PbE e PbX)	53
Quadro 14 - Volume de dados analisados pelos 9 códigos usados.....	60
Quadro 15 - Agregação das classes da Carta de Ocupação/Uso do Solo de Portugal Continental (2007).....	70
Quadro 16 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de PbE (1970).	76
Quadro 17 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de PbN (1970).	77
Quadro 18 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de PbB (1970).	78
Quadro 19 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de PbFAf (1970).	79
Quadro 20 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de Pb10a40 (1970).	80
Quadro 21 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de Pb40a70 (1970).	81

Quadro 22 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de Pb70a100 (1970).....	82
Quadro 23 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de PbX (1970).	83
Quadro 24 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de Pb – bosquetes (1970).....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caraterísticas do ciclo de vida do pinheiro-bravo, baseado em Cattelino <i>et al.</i> (1979).....	22
Figura 2 – Representação dos padrões de disponibilidade dos métodos de persistência em relação às quatro fases do ciclo de vida.....	23
Figura 3 – Análise espacial dos dados vetoriais	38
Figura 4 – Organização dos dados na tabela de atributos nas 9 classes analisadas.	38
Figura 5 – Comparação entre os povoamentos de pinheiro-bravo presentes no IFN70 e os constantes na COS'07 com dimensão superior a 100 hectares.....	40
Figura 6 - Dinâmica da evolução das florestas puras de pinheiro-bravo.....	52
Figura 7 - Dinâmica da evolução das florestas mistas de pinheiro-bravo com eucalipto (PbE)	54
Figura 8 - Dinâmica da evolução das florestas mistas de pinheiro-bravo (PbX).....	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição da área de Pinheiro-bravo IFN70 pelo nº de incêndios	41
Gráfico 2 - Percentagem de área ardida por número de incêndios e ocupação (2007).....	44
Gráfico 3 – Transições da área de pinheiro-bravo (2007) pelas diversas ocupações, de acordo com o número de incêndios ocorridos. Adaptado de Tavares <i>et al.</i> (2013, junho).	44
Gráfico 4- Distribuição da Ocupação do Solo (2007) em função do MinIR para Código 2 – PbN (Fase de nascedio e novedio]0; 15] anos em '70). Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.	46
Gráfico 5 - Distribuição da Ocupação do Solo (2007) em função do MinIR para Código 3 – PbB (Fase de bastio]15; 30] anos em '70). Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.	47
Gráfico 6- Distribuição da Ocupação do Solo (2007) em função do MinIR para Código 4 – PbFAf (Fase de fustadio e alto-fuste]30; ∞] em '70). Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.	47
Gráfico 7- Distribuição da Ocupação do Solo (2007) em função do MinIR para Código 5 – Pb10a40. Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.	49

Gráfico 8 - Distribuição da Ocupação do Solo (2007) em função do MinIR para Código 6 – Pb40a70. Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.	50
Gráfico 9 - Distribuição da Ocupação do Solo (2007) em função do MinIR para Código 7 – Pb70a100. Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.	50
Gráfico 10 - Distribuição da OS (2007) em função do MinIR para os bosquetes (Código 9). Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.	51
Gráfico 11 – Transição dos povoamentos PbX (IFN70) nas áreas não ardidas.	56
Gráfico 12 - Transição dos povoamentos PbX (IFN70) nas áreas ardidas	56
Gráfico 13 - Distribuição da OS (2007) em função do MinIR para Código 1 – PbE (comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas).	57
Gráfico 14 - Distribuição da OS (2007) em função do MinIR para Código 8 – PbX (comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas).	58
Gráfico 15 - Resumo Total - Distribuição da OS (2007) em função do MinIR	59

ABREVIATURAS

AFN – Autoridade Florestal Nacional

AIFF - Associação para a Competitividade da Indústria da Fileira Florestal

COS – Carta de Ocupação/Use do Solo

DGT – Direção-Geral do Território

DGSFA – Direção-Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas

ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

IFN – Inventário Florestal Nacional

IFN 1 - Inventário Florestal Nacional (1965-1966)

IFN 2 – 1ª Revisão do Inventário Florestal Nacional (1968-1980)

IFN 3 – 2ª Revisão do Inventário Florestal Nacional (1980-1989)

IFN 4 – 3ª Revisão do Inventário Florestal Nacional (1990-1999)

IFN 5 – 5º Inventário Florestal Nacional (2005-2006)

IFN 6 RP – 6º Inventário Florestal Nacional (1995, 2005 e 2010) – Resultados preliminares (2013)

SAF – Sistemas agro-florestais

SROA – Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário

UMC – Unidade Mínima Cartográfica

EPSG - Grupo de Pesquisa Petrolífera Européia – European Petroleum Survey Group (EPSG), sistematizou todos os Sistemas de Referência de Coordenadas (SRC) do planeta por códigos.

PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989 (projeção Transversa de Mercator)

TERMOS E DEFINIÇÕES

Altura dominante – h_{dom} (m): A altura dominante é uma variável que é essencial para avaliar a capacidade produtiva da estação e que é definida como a altura média das cem árvores com maior DAP, designadas por árvores dominantes, por hectare. (Tomé, 2014)

Castiçal - Povoamento de castanheiros (*Castanea sativa*) explorados para produção, por corte (talhadura) de varas (rachas), particularmente para cestaria, vulgarmente designados de castanheiro-bravo, conduzidos em regime de talhadia (Paiva, 2007).

Composição do povoamento: Referente ao número e proporção relativa das espécies de árvores que integram o povoamento. Distinguem-se dois tipos principais de povoamentos: povoamentos puros e povoamentos mistos (Autoridade Florestal Nacional [AFN], 2012).

Diâmetro à altura do peito (cm): Diâmetro do tronco de uma árvore medido sobre casca a 1,30 m do solo (Autoridade Florestal Nacional [AFN], 2009).

Densidade do povoamento (nº de árvores/ha): Número de árvores existentes num povoamento florestal por unidade de área (AFN, 2009).

Floresta: Áreas ocupadas por conjuntos de árvores florestais resultantes de regeneração natural, sementeira ou plantação. As árvores devem, em condições climatéricas normais, ter uma altura superior ou igual a 5 m e no seu conjunto constituir uma área com grau de coberto superior ou igual a 30%. O sobcoberto não é dedicado à agricultura, nem a atividades recreativas quando inseridas num contexto urbano (Instituto Geográfico Português [IGP], 2010. Adaptado de Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2012).

Floresta aberta: Áreas ocupadas por conjuntos de árvores florestais resultantes de regeneração natural, sementeira ou plantação, onde uma espécie ocupa 75% ou mais do coberto florestal. As árvores devem, em condições climatéricas normais, ter uma altura superior ou igual a 5 m e no seu conjunto constituírem um grau de coberto superior ou igual a 10% e inferior a 30%. O sobcoberto não é dedicado à agricultura nem a atividades recreativas quando inseridas num contexto urbano. Podem constituir um estágio de degeneração de bosque ou de regeneração/recolonização de espécies florestais. Inclui também áreas recentemente afetadas por incêndios florestais em processo de regeneração desde que as árvores tenham uma altura inferior a 5 m e/ou um grau de coberto inferior a 30% (IGP, 2010. Adaptado FAO, 2012).

Folhosas: Subdivisão do grupo de espécies de árvores florestais pertencentes ao grupo botânico das angiospérmicas dicotiledóneas que se caracterizam, de uma forma geral, por apresentarem flor e folhas planas e largas (AFN, 2012). Inclui o sobreiro, o eucalipto, a azinheira, os carvalhos, os casta-

nheiros, as espécies invasoras (incluindo as acácias) e outras (choupo, salgueiro e outras espécies ripícolas, por exemplo).

Grau de coberto arbóreo - Razão entre a área da projeção horizontal das copas das árvores e a área de terreno respetiva (AFN, 2012).

Povoamento florestal: Terreno onde se verifica a presença de árvores florestais que tenham atingido, ou com capacidade para atingir, uma altura superior a 5 metros e grau de coberto maior ou igual a 10% (AFN, 2012).

Povoamento puro: Povoamento florestal composto por uma ou por mais espécies de árvores florestais em que uma delas ocupa mais de 75% do coberto total (AFN, 2012).

Povoamento misto: Povoamento florestal em que estão presentes duas ou mais espécies de árvores, nenhuma delas ocupando mais do que 75% do coberto total (AFN, 2012).

Povoamento equiênio ou regular: Povoamento florestal com uma estrutura etária homogénea, em que as árvores existentes formam um só andar de vegetação (AFN, 2012).

Povoamento irregular: Povoamento florestal que apresenta uma estrutura etária heterogénea. Usualmente as árvores do povoamento não podem ser separadas em diferentes andares de vegetação (AFN, 2012).

Regime cultural: Refere-se à forma como se obtém a regeneração das árvores ou dos povoamentos (AFN, 2009).

Regime de alto fuste: Quando o povoamento se perpétua, direta ou indiretamente, por via seminal (AFN, 2009).

Regime de talhadia: Povoamento proveniente de rebentos ou pólas de origem caulinar ou radicular (AFN, 2009).

Resinosas: Subdivisão do grupo de espécies de árvores florestais pertencente ao grupo botânico das gimnospérmicas, caracterizadas por apresentarem folhagem perene e em forma de agulhas ou escamas (AFN, 2012). Inclui o pinheiro-bravo, o pinheiro-manso e outras (o pinheiro-silvestre, o pinheiro-de-alepo, os ciprestes, os zimbros e os cedros).

Sobcoberto: Vegetação que cresce debaixo do copado de árvores adultas. É geralmente constituído por matos, arbustos ou vegetação herbácea, incluindo também pastagens ou culturas agrícolas temporárias (AFN, 2012).

Souto – Povoamento de castanheiros (*Castanea sativa* L.) explorados para produção de fruto, vulgarmente designados de castanheiro-manso, conduzidos em regime de alto-fuste (Paiva, 2007).

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como objetivo quantificar o(s) atributo(s) vitais do pinheiro-bravo ou pinheiro-marítimo (*Pinus pinaster* Aiton). Isto é, determinar uma ou mais característica(s) fenotípicas, genéticas e/ou estratégias evolutivas da espécie que influenciam determinantemente a sua perpetuação após uma perturbação. Este conceito foi introduzido em 1977 por Ian R. Noble e Ralph Owen Slatyer, da *Australian National University*. No capítulo 2 iremos detalhar este conceito, procurando sempre que possível ilustrá-lo com o caso do pinheiro-bravo e restantes espécies presentes na floresta portuguesa.

Este tema suscitou o meu interesse, devido à necessidade de verificar os efeitos dos incêndios nas transições ocorridas nos períodos de 1995/2007 e 2007/2010 na produção de Cartografia de Ocupação e Uso do Solo de Portugal Continental com referência aos anos 1995, 2007 e 2010, para o Relatório do Protocolo de Kyoto. Numa primeira abordagem recorreu-se ao número de incêndios ocorridos num determinado intervalo de tempo, mas colocou-se posteriormente a questão da idade mínima, tempo decorrido após o último incêndio, a partir da qual o pinheiro-bravo conseguiria sobreviver, devido a um ou mais atributos vitais.

Se soubermos essa idade podemos verificar, nas áreas onde apesar de terem ocorrido incêndios no período em análise, será provável que ocorra regeneração de pinheiro-bravo, que nos permite classificar essas áreas como florestas abertas, que incluem áreas recentemente afetadas por incêndios em processo de regeneração, após se verificar visualmente pelo ortofotomapa de anos posteriores e detetada a presença de evidências de regeneração do pinheiro-bravo.

A quantificação do atributo vital (idade – anos) poderá eventualmente ter também uma aplicação prática em termos de ferramenta de apoio à decisão na intervenção silvícola a realizar para recuperação do povoamento pós-incêndio.

Fernandes, Botelho e Rego (2005) e Fernandes e Rigolot (2007) reviram os atributos vitais e características adaptativas do pinheiro-bravo. A resposta desta espécie em adaptação ao fogo é categorizável em *resistência* e por outro lado *evasão*.

Resistência

A característica mais notável de *resistência* ao fogo é a espessura da casca. O período de exposição ao fogo, ou ao calor transmitido por condução, que danifica o câmbio de uma árvore aumenta com o quadrado da espessura da casca (Peterson & Ryan, 1986; Rego & Rigolot, 1990). Deste modo a necrose dos tecidos provocada pelo calor libertado pela chama de combustão é teoricamente barrada quando a espessura da casca supera 2,6 cm (Ryan, 1998). De acordo com dados em Tapias, Climent, Pardos e Gil (2004) este limiar é atingido com diâmetros à altura do peito médios de 20 cm com variação de 17 a 27cm. Este diâmetro à altura do peito é atingido na classe de idade de 20 a 35 anos (fustadio) – Quadro 5 (Oliveira, Pereira, & Correia, 2000). No estudo de Fernandes, Fernandes e Loureiro (2015), realizado no Nordeste de Portugal (Alvão, Marão e Montemuro) a distribuição das árvores vivas nas parcelas de amostragem, atingiu a normalidade com a maioria das árvo-

res com diâmetros à altura do peito médios de 20 a 35 cm, ao passo que as árvores mortas tinham diâmetros à altura do peito inferiores a 20 cm. A espessura da casca do pinheiro-bravo é contudo bastante variável, sofrendo influência da qualidade da estação e apresentando um gradiente vertical, decrescente bastante pronunciado, especialmente em árvores mais jovens, aos 10 anos de idade a espessura da casca na base do tronco é quase dupla em relação aquela medida ao nível do diâmetro à altura do peito (De Ronde, 1982).

Evasão

A estratégia de *evasão* está associada à bradisporia ou deiscência térmica, abertura das pinhas por acção do calor do fogo (Pausas, 1999). A primeira frutificação ocorre entre os cinco e os doze anos de idade (Tapias & Gil, 2000; Tapias, Gil, Fuentes-Utrilla, & Pardos, 2001).

Os incêndios são dos principais responsáveis pela dinâmica do uso e ocupação do solo (Oliveira, Pereira & Carreiras, 2011). O número de incêndios por unidade de tempo (frequência) é uma poderosa força seletiva quando a duração do ciclo de vida das árvores excede o intervalo de retorno do fogo: as espécies incapazes de lhe sobreviver ou de se reproduzir após a sua ocorrência extinguir-se-ão (Fernandes *et al.*, 2005; Fernandes & Rigolot, 2007).

No quadro 1 apresentamos os valores da área de pinheiro-bravo ao longo dos vários inventários realizados pelos serviços florestais e Carta de Uso/Ocupação do Solo de Portugal Continental 2007.

	IFN1 (1963- 1966)	IFN2 (1968- 1980)	IFN3 (1980- 1989)	IFN4 (1990- 1992)	IFN4 (1995- 1998)	COS2007 (2004- 2006)	IFN5 (2005- 2006)
	IFN70 (1965 - 1978)						
ÁREA (mil ha)	1 288 ⁽¹⁾	1 293 ⁽¹⁾	1 252 ⁽¹⁾	1 047 ⁽¹⁾	976 ⁽¹⁾	940⁽³⁾	885 ⁽¹⁾
	1 291⁽²⁾						

Quadro 1 - Evolução da área de pinheiro-bravo em Portugal Continental (1963-2010)

Fonte: ⁽¹⁾ AFN (2010) ⁽²⁾ CEABN/DGT (2013) ⁽³⁾ IGP (2010)

A *Pinus pinaster* é uma árvore indígena de Portugal Continental. A presença Holocénica de *P. pinaster* no litoral continental português está bem estabelecida para o Norte Alentejano e Estremadura, através da subsp. *maritima*, que certamente se prolongaria para norte pelos sistemas dunares quaternários litorais. A área de distribuição do pinheiro-bravo estendia-se ainda ao interior de Portugal (Trás-os-Montes e Beira Alta). Aparentemente todas as populações actuais do interior de Portugal pertencem ao ecótipo litoral (subsp. *atlantica*). Existe uma hipótese que considera a existência de populações ante-holocénica de um ecótipo continental, provavelmente atribuível à

subsp. *escarena*, atualmente extinto. Possivelmente, os raros núcleos sobreviventes às intensas desarborizações que caracterizam o último terço do Holocénico foram geneticamente abastardados, por introgressão, devido à plantação massiva de pinheiro-bravo de proveniência do litoral, generalizada a partir do século XIX (Radich & Alves, 2000). Apesar do *P. pinaster* ter evidentes adaptações ao fogo e das suas comunidades, em regimes intermédios de perturbação pelo fogo, mostrarem vantagens competitivas frente às *Quercis* (carvalhos), é muito provável que o encurtamento antrópico dos ciclos de recorrência do fogo tenha eliminado as populações continentais indígenas de *P. pinaster*. Nas áreas marginais, o ciclo de recorrência entre incêndios é, por regra, inferior a 5 anos, por outro lado o pinheiro-bravo inicia a sua frutificação com uma idade superior a 5-7 anos, consequentemente, a regeneração natural é fortemente deprimida ou eliminada no segundo fogo nas plantações de pinheiro-bravo. Como conclusão, não é admissível a existência de núcleos de pinheiros mesógenos espontâneos, i.e. da subsp. *escarena*, em Portugal (Aguilar, Capelo, & Catry, 2007, pp 90-91)

Actualmente, a área de distribuição do pinheiro-bravo resulta fundamentalmente da acção humana. Corresponde sensivelmente à faixa litoral que vai desde a bacia do Tejo e Sado até ao Rio Minho, estendendo-se para o interior nas regiões Norte e Centro, onde sobe a altitudes entre os 700 – 900 m, de preferência nas encostas em que a influência marítima ainda se faz sentir, maioritariamente de exposição sudoeste a norte (Correia *et al*, 2007).

Pretende-se assim neste estudo fazer uma análise espacial, com base em informação cartográfica resultante da vectorização de mapas dos serviços florestais do período de 1965-1978 (projeto FIRELAND, CEABN/DGT, 2013), carta de ocupação do solo de 2004 - 2006 (COS'07 - IGP, 2010) e áreas ardidas de 1975 a 2006 (ISA/ICNF), com o objetivo de encontrar um intervalo de idade limiar para pinheiro-bravo.

No capítulo seguinte, Capítulo 2, como foi dito, vamos detalhar o conceito base deste estudo. De seguida, no Capítulo 3, revemos alguns casos de estudo, no Capítulo 4, explicamos o objectivo deste estudo (hipótese) e no Capítulo 5, iremos apresentar o material que serviu de base para este estudo, assim como a metodologia seguida e, por fim, no Capítulo 6, apresentamos os resultados.

No Sub-capítulo 6.1, faz-se uma abordagem generalista dos dados, de modo a contextualizar a informação obtida. Descrevemos as transições na totalidade da área analisada (6.1), transições ocorridas nas áreas ardidas (6.2) e nas áreas não ardidas de 1975 a 2007 (6.3). Passamos no sub-capítulo 6.3.2., para a análise - objectivo deste estudo, com a transição das áreas ardidas em função do tipo de povoamento existente em 1965 – 1978 (que iremos denominar como 1970 daqui em diante), de modo a quantificar o(s) atributo(s) vitais do pinheiro-bravo. Esta análise subdivide-se de acordo como os vários tipos de povoamentos, que constam na Tabela 12 em anexo (Povoamentos puros regulares – 6.3.2.1., puros irregulares - 6.3.2.2. e mistos – 6.3.2.3.).

2 CONCEITOS BASE: ATRIBUTOS VITAIS

Noble e Slatyer (1977) definiram os seguintes atributos vitais como os mais importantes para o sucesso de uma espécie num local sujeito a perturbações recorrentes:

- a) O método de **chegada** e **persistência** dos propágulos ao local depois da perturbação;
- b) As condições em que a espécie se **estabelece e cresce** até à maturidade; e
- c) O tempo que leva a atingir o estágio crítico no seu **ciclo de vida**

2.1 Método de persistência/resiliência – evasão

Este primeiro conjunto de atributos descreve o método de persistência após a perturbação. Pode este ser de dois tipos. Existem mecanismos baseados nos propágulos (reprodução sexuada) e mecanismos baseados na reprodução vegetativa. Estes mecanismos foram descritos em Cattellino, Noble, Slatyer e Kessell (1979) e Noble e Slatyer (1980).

Estratégia do tipo D: Persistência pela chegada de sementes dispersas abundantemente. As sementes são provenientes de áreas adjacentes à área afetada ou estão disponíveis no próprio local. Este mecanismo está presente em qualquer fase do ciclo de vida da espécie, uma vez que não depende diretamente dos indivíduos presentes no local.



O pinheiro-bravo não é uma espécie tipicamente D, uma vez que as suas sementes têm asa pequena e são relativamente grandes com pesos entre 0,05 a 0,07g (Maugé & Forestier, 1987; Escudero, Núñez, & Pérez-Garcia, 2000), o que desfavorece a sua disseminação anemófila mas contribui para que sejam as mais resistentes ao calor em pinheiros ibéricos, a seguir ao *P. pinea* (Escudero, Sanz, Pita, & Pérez-Garcia, 1999). Alguns autores referem porém a importância da disseminação pelo ação do vento (Fernandes, Antunes, Pinho, Máguas, & Correia, 2016; Juez, González-Martínez, Nanos, de-Lucas, Ordóñez, del Peso, & Bravo, 2014). Juez *et al.* (2014) apontam como o principal motor da dispersão de sementes de *P. pinaster* na região do Centro de Espanha (Coca e Cuéllar) o efeito da precipitação, juntamente com a distância de dispersão média intra sazonal e máxima velocidade do vento. As sementes de *P. pinaster* têm 7 a 8 mm, com asas até 30 mm (Franco, 1986). Estas asas são uma estrutura especializada para dispersão pelo vento a longas distâncias (Fernandes *et al.*, 2016). No estudo efetuado por Fernandes *et al.* (2016)

num transepto que dista 90 a 105 m do povoamento de pinheiro-bravo (com idade média de 26 anos) verificou-se a existência de germinação nas áreas em redor onde ocorriam matos, com uma densidade média de 22 plantas/ha, mas isso não se verificou nas áreas de pastagens ou floresta. O alcance máximo é, em condições normais, de algumas centenas de metros, mas pode em condições extremas atingir alguns quilómetros (Correia *et al.*, 2007).

Estratégia do tipo S: Persistência das sementes com grande viabilidade, que ficam armazenadas no solo. Os propágulos estão presentes em qualquer fase do ciclo de vida. Nem todas as sementes germinam depois da primeira perturbação e o banco de sementes pode permanecer depois de uma série de perturbações, sem ser reposto.

Estratégia do tipo G: Variante do método anterior, em que todos os propágulos armazenados ou germinam ou se perdem após a primeira perturbação. Este mecanismo não está presente na fase juvenil. Este padrão irá decorrer se, por exemplo, uma semente de grande longevidade é esgotada por germinações consecutivas.

Este mecanismo também não é o limitante, isto é, à partida não será esta característica que mais condiciona a persistência do Pinheiro-bravo, uma vez que o banco de propágulos no solo é diminuto (Valbuena & Calvo, 1998) e efémero (Martinez-Sánchez, Marín, Herranz, Ferrandis, & De las Heras, 1995; Tapias & Gil, 2000). O recrutamento do pinheiro-bravo não depende da existência de um grande banco de sementes no solo, uma vez que a longevidade das sementes é raramente superior a 2 anos (Ceballos & Ruiz de la Torre, 1971)

Estratégia do Tipo C: Persistência das sementes com pouca viabilidade que muitas vezes sobrevivem a uma perturbação dentro dos frutos ou pinhas que estão no povoamento. Neste caso, as sementes estão disponíveis se os indivíduos estiveram presentes antes da perturbação.

Esta é a estratégia de evasão, que constitui vantagem competitiva do pinheiro-bravo face a outras espécies resinosas após-fogo. Este atributo vital está associado à **bradisporia ou deiscência**, a abertura das pinhas por acção do calor do fogo, que assim provoca a dispersão das sementes e estimula o recrutamento de indivíduos (Pausas, 1999). O carácter serotino pode ser desagregado em duas componentes: a proporção de pinhas serotinas e o tempo que as pinhas permanecem fechadas nas árvores. (Midgley *et al.*, 2000, como citado em Hernández-Serrano, Verdú, González-Martínez, & Pausas, 2013, p. 2349). A persistência das pinhas na copa é muito variável. As pinhas não serotinas começam a cair dois a três anos após o amadurecimento, mas há populações vincadamente serotinas que mantêm na copa pinhas com 20 a 30 anos (Tapias & Gil, 2000). Nas populações amostradas por Hernández-Serrano *et al.* (2013), a idade máxima das pinhas serotinas foi de 23 anos.

A deiscência térmica é favorecida selectivamente se a mortalidade das árvores for generalizada e o intervalo de retorno do incêndio impeça a reprodução a partir de plantas que se estabeleçam entre incêndios ou a dimensão do incêndio seja tal que não haja colonização significativa por propágulos oriundos de áreas adjacentes não ardidas (Bond & Van Wilden, 1996). O grau de bradisporia depende então fundamentalmente do regime de fogo, ainda que factores diversos o possam influenciar, como a posição das pinhas na árvore (Gauthier, Bergeron, & Simon, 1993), a idade das árvores (Gauthier, Bergeron, & Simon, 1996), a densidade, grau de bradisporia e qualidade da estação, podendo atingir mais de quatro milhões de unidades por hectare (Tapias & Gil, 2000). A termo-deiscência no pinheiro bravo é muito variável entre populações e indivíduos da mesma população, mas parece estar sempre presente: a percentagem de pinhas fechadas (serotinas) variou entre 2 e 97% em 14 populações espanholas, com frequências mais elevadas de pinhas serôdias, ou serotinas, nos povoamentos mais jovens da mesma população (Tapias & Gil, 2000).

Estratégia do tipo V: Espécies com capacidade de rebentação de toíça, os indivíduos sobrevivem à perturbação, mas perdem todo o seu tecido reprodutivo que estava presente na fase adulta. Este será o caso das folhosas, nomeadamente o eucalipto ou até *Quercus* spp. de folha caduca que estejam presentes como espécie secundária no povoamento inicialmente sujeito ao fogo.

Estratégia do tipo U: Variação do método anterior, as espécies estavam presentes na fase adulta antes da perturbação e mantêm-se reprodutivamente maduras após perturbação. Espécies que são capazes de sobreviver quando sujeitas a fogos de baixa intensidade.

Estratégia do tipo W: Os adultos persistem mas os juvenis não conseguem. Por exemplo, espécies com casca espessa quando adultos são capazes de resistir ao fogo, porém os juvenis sucumbem ao fogo. Caso do sobreiro e do pinheiro-bravo. Jackson, Adams e Jackson (1999) verificaram que nas espécies de *Pinus* e *Quercus* sujeitas a fogo frequente de baixa intensidade o investimento na formação de casca é desproporcionadamente maior em plantas jovens.



Noble e Slatyer (1980) ao examinarem os diferentes mecanismos concluíram que é possível para uma espécie ter uma combinação de dois ou mais mecanismos de persistência. Assim, para o pinheiro-bravo identificamos, duas estratégias de persistência/evasão e outra de resistência. Quando adulto, a espessura da casca permite-lhe sobreviver a fogos de intensidade reduzida, e deste modo, podemos dizer que apresenta o atributo vital **W**. No entanto, também tem a possibilidade de se perpetuar através da dispersão de propágulos provenientes dos povoamentos de bordadura, estando aqui presente o atributo vital **D**, nos povoamentos jovens. Além destes dois mecanismos, o pinheiro-bravo

possui ainda pinhas serotinas (atributo vital **C**). Segundo Noble e Slatyer (1980) esta combinação de mecanismos pode ser hierarquizada do seguinte modo: **C & D=D** e **C & W= W**. A combinação destes mecanismos formam um padrão de disponibilidade resultante do efeito cumulativo dos vários atributos vitais, que resulta num novo atributo $\Delta=D\&W$.

2.2 Condições de estabelecimento

Este segundo conjunto de atributos vitais descrevem as condições que a espécie, que origina propágulos disponíveis no local, necessita para se estabelecer e crescer até à maturidade. Três mecanismos são reconhecidos por Cattelino *et al.* (1979) e Noble e Slatyer (1980):

Padrão T: Consegue estabelecer-se em qualquer altura, imediatamente após-fogo, com adultos da mesma espécie e outras espécies que ocorram no local. Estas espécies toleram a competição. Tolerância, neste caso pode aplicar-se à luz, nutrientes ou outro requisito fisiológico.

Padrão I: Consegue estabelecer-se apenas imediatamente após a perturbação quando a competição é reduzida. Estas espécies são intolerantes à competição em comunidades estabelecidas.

O pinheiro-bravo têm um padrão de estabelecimento do tipo I, dado que é uma espécie claramente heliófila, tolerando apenas alguns meses de sombra após a germinação. A jovem planta pode desenvolver-se sob a restante vegetação, beneficiando de protecção contra condições de secura excessiva. Quando as agulhas primárias de cor azulada, tolerantes ao ensombramento, são substituídas pelas agulhas secundárias, com carácter nitidamente heliófilo, o crescimento é severamente afectado e as jovens plantas morrerão se não forem expostas ao sol (Alves, Pereira, & Correia, 2012).

Padrão R: Incapazes de se estabelecerem após a perturbação se não estiverem presentes árvores adultas, quer sejam da sua espécie ou outra presente, que tenha atingido a maturidade. Estas espécies tem algumas exigências que só podem ser fornecidas por uma comunidade estabelecida.

2.3 Ciclo de vida

Este conjunto de atributos desempenham um papel importante na sequência de reposição e determina o papel da espécie após a perturbação. Existem quatro **acontecimentos críticos** no ciclo de vida de uma espécie que são organizados de acordo com a sua ocorrência após a perturbação ($t=0$).

Propágulos (p): Fornecimento de propágulos suficientes para sobreviver a outra perturbação.

Maturidade (m): Tempo que o indivíduo leva a recuperar ou crescer suficientemente para estar estabelecido. Maturidade por definição é atingida quando o indivíduo consegue produzir propágulos que permitirão à espécie persistir a outra perturbação.

Os indivíduos vigorosos de *Pinus pinaster* florescem aos 7 - 8 anos de idade (Maugé & Forestier, 1987), mas a floração é mais precoce em populações sujeitas a fogos frequentes e pode surgir logo aos 4 anos de idade, com a primeira frutificação a ocorrer entre os 5 e os 12 anos de idade (Tapias & Gil, 2000; Tapias, *et al.*, 2001), tornando-se a floração regular a partir dos 10 a 15 anos (Correia, *et al.*, 2007, Barreto, 2009). As produções máximas de semente dão-se a intervalos de 3 a 5 anos. A maturação das pinhas dá-se no Outono do 2º ano (em Novembro as sementes atingem a maturidade), 18 meses após a floração, e a disseminação ocorre na Primavera seguinte. (Oliveira, *et al.*, 2000). Normalmente a frutificação torna-se massiva após os 20 anos de idade (Correia, *et al.*, 2007). O aumento da frequência de incêndios, em intervalos mais curtos que o tempo de reprodução (12 anos) para o pinheiro-bravo (Tapias *et al.*, 2001) faz com que áreas de pinheiro-bravo sejam seriamente ameaçadas (Torres, Pérez, Quesada, Viedma, & Moreno, 2016).

Senescência (l): Quando uma espécie atinge a senescência, em povoamentos regulares, ocorre a perda dessa espécie de uma comunidade, senão ocorrer aporte de propágulos provenientes de povoamentos adjacentes mais jovens.

Segundo Oliveira *et al.* (2000), o pinheiro-bravo pode atingir os duzentos anos de idade mas, na prática, não ultrapassa os 80-100 anos.

Extinção da espécie (e): Perda dos propágulos de um local conduzindo à extinção da espécie.

Combinando os vários atributos vitais da espécie (método de persistência/resistência e condições

de estabelecimento) com eventos críticos, as características do ciclo de vida do pinheiro-bravo podem ser resumidas (quadro 2) e representadas através da figura 1.

Método de evasão	Estratégia C (Pinhas)	Deiscência térmica
	Estratégia D (Dispersão)	Propágulos provenientes de bosquetes não ardidos ou povoamentos adultos na bordadura
	Estratégia W (Winner)	Adultos conseguem resistir ao fogo.
Padrão de colonização	I (Intolerante)	Espécie pioneira, intolerante ao ensombramento.
Acontecimentos críticos	t=o (ocorrência)	Ocorrência da perturbação
	t=p (propágulos)	Fornecimento de propágulos
	t=m (maturidade)	Conseguem produzir propágulos.
	t=l (senescência)	Deixam de produzir propágulos.
	t=e (extinção)	Ocorre a extinção local da espécie.

Quadro 2 – Resumo dos atributos do pinheiro-bravo segundo classificação de Noble e Slatyer (1977)

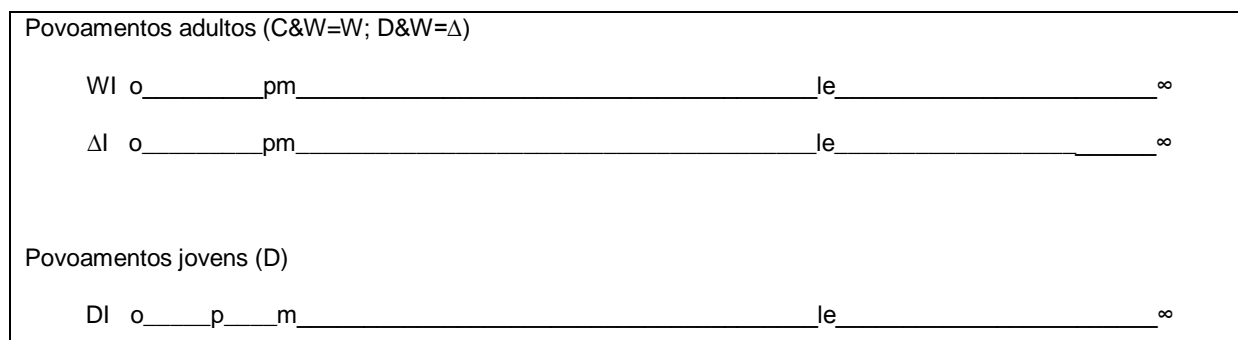


Figura 1 - Características do ciclo de vida do pinheiro-bravo, baseado em Cattellino *et al.* (1979)

Um estudo de Maia, Pausas, Vasques e Keizer (2012) na zona Centro de Portugal, distrito de Coimbra (Colmeal), num pinhal de aproximadamente 25 anos (com cerca de 20ha) que sofreu um incêndio em Agosto de 2008 ($t=0$), sugere que a libertação das sementes das pinhas ocorre principalmente nos estádios imediatamente após-incêndio, e por outro, as sementes libertadas germinam num período até 1 ano ($p=1$). O *Pinus pinaster* é uma espécie de regeneração obrigatória por semente, respondendo ao fogo através da dispersão de sementes, começando mesmo durante o fogo, e continuando alguns meses após a perturbação (Thanos *et al.*, 1996; Hernández *et al.*, 1997 como citado em Calvo *et al.*, 2008, p. 82). Numa população na província de León (Noroeste de Espanha) estudada por Calvo *et al.* (2008) a germinação de sementes e emergência das plântulas ocorreu massivamente durante o 1º ano.

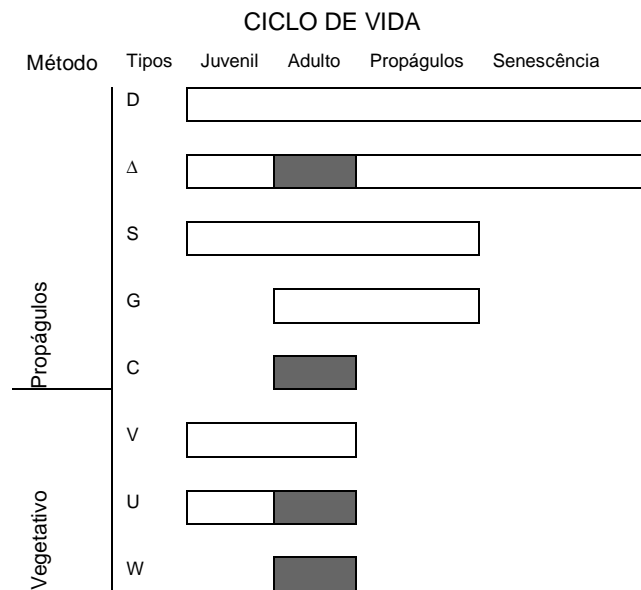


Figura 2 – Representação dos padrões de disponibilidade dos métodos de persistência em relação às quatro fases do ciclo de vida.

A **figura 2** permite-nos visualizar a presença ou ausência dos vários mecanismos descritos anteriormente de acordo com as diferentes fases do ciclo de vida (juvenil, adulto, propágulos e senescência). Uma barra sem preenchimento significa que este método está presente nessa fase. O método resulta no geral em apenas a fase juvenil estar presente imediatamente após incêndio, mas em certos casos (barra com preenchimento sólido) as árvores adultas persistem. Adaptado de Noble e Slatyer (1980).

Fase juvenil (J): A maioria dos indivíduos da população não atingiu a maturidade. **Fase adulta (M):** A maioria ou todos os indivíduos da população pode-se reproduzir, i.e., produz propágulos ou possui capacidade de se multiplicar vegetativamente. **Fase propágulos (P):** Quando só propágulos estão disponíveis, quer provenientes da população original, quer armazenados no solo ou provenientes de povoamentos localizados na bordadura. Nesta fase não existem juvenis ou adultos em número significativo. **Extinto localmente (E):** Atinge-se após a perda da população adulta original, quer por senescência, quer devido a uma perturbação. Nesta fase não chegam novos propágulos ao local.

2.4 Regeneração do pinheiro-bravo após-fogo

A regeneração do pinheiro-bravo após-fogo deve-se às sementes das pinhas das árvores não afetadas pelo fogo (estratégia do tipo **W = C & W**) e também às das árvores de bordadura não atingidas pelo fogo (estratégia do tipo **D = C & D**) (Martínez-Sánchez *et al.*, 1995). Os atributos relacionados com a sobrevivência das árvores adultas são aqueles que protegem os meristemas das altas temperaturas de um fogo florestal (Tapias *et al.*, 2004). Dentro dos atributos, encontra-se a formação de casca espessa, que isola o câmbio das temperaturas letais e deste modo permite às árvores sobreviverem a fogos de baixa intensidade (Ryan & Reinhart, 1988; Agee, 1998). A estratégia baseada na reprodução sexuada e desenvolvimento de sementes relaciona-se com a capacidade de armazenar na copa pinhas fechadas – pinhas serotinas (Agee, 1998). Senão existirem árvores de bordadura ou núcleos não ardidas, a perpetuação do pinheiro-bravo depende grandemente da sobrevivência dos indivíduos adultos com determinada espessura de casca, sendo que neste caso este fenómeno estará condicionado pelo regime do fogo (intensidade).

As pinhas podem permanecer fechadas até que sejam expostas a altas temperaturas, que derretam a resina (45-60°C) (Keeley & Zedler, 1998). Deste modo, a libertação das sementes ocorre frequentemente após-fogo, quando as condições para o seu estabelecimento são mais favoráveis, isto é, quando a competição por luz, humidade e nutrientes está reduzida (Tapias *et al.*, 2001). Algumas pinhas, contudo são xeriscentes (Nathan, Safriel, Noy-Meir, & Schiller, 1999) e abrem depois de um longo período em condições de seca mesmo na ausência de fogo (Tapias *et al.*, 2001).

Os níveis serotinos variam entre diferentes populações e entre indivíduos da mesma população, dependendo principalmente da idade e do regime de fogo, apesar de outros factores como a predação das sementes ser também importante (Mcmaster & Zedler, 1981; Lamont, 1991; Enright, Lamont, & Marsula, 1996). Enquanto que o *P. halepensis* é uma espécie claramente serotina, o *P. pinaster* pode ser ou não (Tapias *et al.*, 2001).

No estudo de Tapias *et al.* (2001) em povoamentos de *P. pinaster* localizados em Ayora, Espanha, todas as árvores amostradas possuíam pinhas fechadas, mas em número e percentagem variada. Nos povoamentos jovens a percentagem de pinhas serotinas foi de 66,7%. O estudo preliminar revelou que as pinhas não-serotinas, abrem aos 32°C e pinhas serotinas, mantêm-se fechadas aos 45°C. Quando a abertura foi mensurada sob água, as pinhas abriram aos 45,8±0,8°C.

Os resultados do estudo efectuado por Martínez-Sánchez *et al.* (1995) sugerem que a alta temperatura atingida pelas sementes durante um fogo não estimula a germinação das sementes de *P. pinaster* subsp. *pinaster*. Porém, porque os pinhais exibem um elevado grau de resiliência a fogos frequentes, têm sido classicamente considerados como espécie "pirófita activa" (Trabaud, 1970; Escudero *et al.*, 1999).

Escudero *et al.* (1999) investigaram a resposta das sementes de pinheiro-bravo quando submetidas a diferentes tratamentos de variações térmicas (50 a 130°C) e tempos de exposição que variaram de 1 a 15 minutos. A germinação do *Pinus pinaster* parece estar principalmente controlada pela temperatura e não pelo tempo de exposição ao calor, atingindo valores probabilísticos de germinação abaixo dos 50% apenas quando as temperaturas ultrapassam os 130°C (Escudero *et al.*,

1999). As sementes de controlo, germinaram com percentagens acima dos 75, sem qualquer tratamento pelo calor, pelo que o seu comportamento não é dependente do fogo (Escudero *et al.*, 1999). Taxas médias de 41,77% \pm 0,91, foram reportadas por Reyes e Casal (1998), quando testado o efeito das cinzas na germinação. Uma baixa concentração de cinzas não estimula, nem inibe a germinação, no entanto, elevadas concentrações (5g/L) reduzem ou até impossibilitam a germinação (Reyes & Casal, 1998). Isto sugere que o revestimento das sementes confere-lhes resistência em fogos de várias intensidades, falhando apenas quando são atingidas altas temperaturas (Martínez-Sánchez *et al.*, 1995). Deste modo, o recrutamento de pinheiro-bravo após-fogo é assegurado pela combinação da resistência do revestimento das sementes e protecção.

Além disso a eliminação da vegetação durante o fogo pode favorecer o desenvolvimento de espécies heliófilas (Trabaud, Michels, & Grosman, 1985). Se a germinação das sementes não é claramente estimulada pelo aumento da temperatura, é possível concluir que o pinheiro-bravo não é realmente uma espécie pirófita. Contudo, um aumento da temperatura estimula a germinação de sementes de outras espécies, tais como *Cistus* sp., *Cytisus* sp., *Genista* sp., etc. (Trabaud & Oustric, 1989) que formam uma importante parte do sob-coberto das florestas mediterrânicas de pinheiro e são capazes de colonizar áreas ardidas (Herranz, De las Heras, & Martinez-Sanchez, 1991). A capacidade elevada de germinação das sementes de *P. pinaster* subsp. *pinaster*, não dependente do calor (a sua capacidade germinativa depois do fogo nem sempre é assegurada) aliada às suas características heliófilas pode indicar que são espécies colonizadoras de espaços abertos (espécies pioneiras – padrão de colonização tipo I) (Martínez-Sánchez *et al.*, 1995)

Se um fogo ocorre quer antes do povoamento atingir a maturidade ou antes de acumular na copa de um banco de sementes aéreo, a população é ameaçada de extinção; assim a produção precoce de pinhas foi seleccionada em algumas espécies de pinheiros (Keeley & Zedler, 1998, Tapias *et al.*, 2001). As características serotinas e a floração precoce de *P. halepensis* e *P. pinaster* refletem a sua estratégia invasora em relação ao fogo (Tapias *et al.*, 2004).

O sobcoberto lenhoso que cresce em alguns povoamentos de pinheiro-bravo conduz a fogos de alta intensidade que queimam as copas a 100% (Agee, 1998), pinhas serotinas contudo podem permitir o restabelecimento mesmo de povoamentos jovens (Tapias *et al.*, 2004). Enquanto que as populações de pinheiro-de-Alepo esta característica é evidente, para as 28 populações de pinheiro-bravo, de várias proveniências, analisadas por Tapias *et al.* (2004) o carácter serotino mostrou uma grande variabilidade interespecífica. Duas das populações estudadas revelaram ainda não possuírem pinhas serotinas, entre elas estão pinheiros provenientes de sementes de Portugal (Leiria).

Neste mesmo estudo de Tapias *et al.* (2004) a espessura da casca correlacionou-se negativamente com as seguintes variáveis: % de pinhas serotinas, nº de pinhas fechadas por árvores, % de árvores serotinas, temperatura média (°C), % área queimada e correlaciona-se positivamente com a % de areia no solo. A percentagem de pinhas serotinas e de árvores serotinas, por seu lado, correlacionam-se negativamente com a altura da árvore (m) e diâmetro à altura do peito (m) e relaciona-se positivamente com a temperatura média (°C).

Nas populações de pinheiro-bravo com características serotinas o sobcoberto lenhoso cresce facilmente acima de 1 a 2 m de altura e deste modo é só por si suficiente para produzir fogos capazes

de consumir 100 % das copas. A presença de pinhas serotinas armazenadas nas copas tornam o restabelecimento da espécie possível enquanto que a sobrevivência das árvores adultas é negligenciável. A vegetação arbustiva, no sobcoberto, que cresça em populações moderadamente serotinas, pode facilmente atingir a mesma altura (1 a 2 m), contudo, numa estação com elevada qualidade, as copas das árvores atingem tipicamente uma dimensão que lhes permite evitar o fogo de copas e assim permite a sobrevivência de alguns indivíduos e consequentemente, o recrutamento através de pinhas serotinas e não serotinas. Além disso, a vegetação arbustiva sobcoberto de populações fracamente serotinas é esparsa e baixa, não facilitando deste modo o fogo de copas. Nestas localizações os fogos de causas naturais são muito frequentes mas de fraca intensidade e normalmente afetam apenas o sobcoberto. Em resultado disto, a maioria das árvores adultas sobrevive a estes fogos e os indivíduos com pinhas fechadas não são naturalmente selecionados (Tapias *et al.*, 2004).

A correlação negativa entre o atributo pinhas serotinas e espessura da casca é indicativo de uma estratégia alternativa para a espécie como um todo (Tapias *et al.*, 2004). A variabilidade interespecífica do *Pinus pinaster* foi esquematizada da seguinte forma no Quadro 3:

Grupo genético (Baradar & Marpeau-Bezard, 1988)	Clusters Grupo ecológico (Tapias <i>et al.</i> 2004)	Espessura da casca (mm)	Altura (m) com 26 anos	Árvores serotinas (%)	Pinhas por árvore	Pinhas fechados por árvore	Pinhas serotinas (%)
4 M; 1 A	I	15,0-21,0	4,53	80,4	19,9	8,9	46,2
4 A; 3 ME 1 M	IIA1	21,2-26,4	5,32	18,0	7,1	0,5	10,9
3 A; 2 ME	IIA2	23,8-27,8	5,09	5,0	3,5	0,1	2,1
8 ME	IIB	19,2-22,6	5,19	7,9	2,2	0,2	9,0
2 A	III	21,1-23,6	5,43	0,0	1,4	0,0	0,0
A	Leiria (Portugal)	23,63	5,8	0,0	0,7	0,0	0,0

Quadro 3 - Média dos valores para os atributos relacionados com o fogo para os principais grupos ecológicos definidos por Tapias *et al.* (2004) para *Pinus pinaster*. Nas parcelas de amostragem foram medidas 32 árvores (8 por cada um dos 4 grupos ecológicos) com 26 anos de idade.

Grupo genético: M – Maghrebiana, ME - Mediterrânea - Europeia; A – Atlântica.

Cluster I: Possuem caráter serotino em mais de 50% dos casos e a espessura da casca é reduzida (15 a 21mm); Cluster II: Com caráter serotino fraco e espessura de casca variável. IIB: As árvores serotinas são 3 a 12% com espessura de casca moderadamente baixa (19,2 a 22,6 mm). IIA1: 12 a 28% de árvores serotinas com espessura da casca de 21,2 a 26,4 mm. IIA2: Menos de 6% de árvores serotinas e com espessura da casca de 23,8 a 27.8 mm. Cluster III: Não possuem caráter serotino e espessura da casca é moderada (21,1 a 23,6 mm).

Anteriormente tínhamos chegado à conclusão que as estratégias de persistência do pinheiro-bravo eram: Tipo D – através de propágulos provenientes de povoamentos não ardidos na bordadura da área ardida ou em ilhas; Tipo C – através de propágulos provenientes de pinhas serotinas e tipo W - sobrevivência dos indivíduos com espessura de casca que lhes permitia sobreviver a incêndios de baixa intensidade. Chegamos à fórmula cumulativa: $C \& D=D$; $C\&W=W \Rightarrow \Delta=D\&W$. Não obstante, a veracidade desta dedução para alguns povoamentos, este estudo (Tapias et al., 2004) aponta para que além desta situação intermédia (Cluster II) existem populações de pinheiro-bravo onde apenas a estratégia $D=C\&D$ está presente (Cluster I), enquanto outras populações estarão dependentes de estratégias do tipo W (Cluster III), caso da população proveniente de Leiria, analisada neste estudo, que pertence ao grupo ecológico III sem caráter serotino. Nem todas as populações do grupo genético Atlântico são claramente não serotinas, não nos permitindo generalizar para as restantes populações de pinheiro-bravo de Portugal.

3 CASOS DE ESTUDO

3.1 Espanha

Hernández-Serrano et al. (2013) estudaram 7 populações de pinheiro-bravo na zona leste da Península Ibérica. As populações distavam entre si 22,5 a 127, 8 Km). Foram identificadas duas zonas distintas, uma zona costeira, com histórico de incêndios de copas (populações HiFi) versus zonas de montanha, onde os fogos de copas são raros e regeneração é independente do fogo (Populações LoFi). As populações HiFi tiveram uma maior proporção de pinhas serotinas que as LoFi e a máxima idade para as pinhas serotinas foi significativamente maior nas populações HiFi (Hernández-Serrano et al., 2013). Estes resultados sugerem que a recorrência de fogos de copas aumenta o nível de bradisporia ao nível da população.

O efeito da severidade do fogo e a gestão pós-fogo foram avaliados por Vega, Fernández, Pérez-Gorostiaga e Fonturbel (2008) em três áreas na Galiza (Noroeste Espanha), exibindo diferentes níveis de deiscência térmica (carácter serotino). Estes locais foram amostrados, cada um dos quais com dois níveis de severidade dos incêndios: combustão da copa – fogo de copas; copa queimada ou copa não afetada – fogo de baixa intensidade. Um estudo posterior (Maia et al., 2012) analisou igualmente dois níveis de severidade (queima da copa alta e baixa) na região Centro de Portugal.

A dispersão das sementes esteve relacionada fortemente ao banco de sementes aéreo e nível de deiscência térmica (Vega et al., 2008). O sucesso relativo da germinação aumentou com a severidade do incêndio de superfície, enquanto a densidade de sementes inicial e final dependeu

bastante do banco de sementes aéreo, assim como da severidade do incêndio de superfície (Vega *et al.*, 2008).

A germinação de *Pinus pinaster* não é estimulada pelo fogo. Pelo contrário, a probabilidade de germinação decresce nas sementes sujeitas diretamente a temperaturas superiores a 130 – 200°C (Martínez-Sánchez *et al.*, 1995; Escudero *et al.*, 1999; Reyes & Casal, 2002) este resultado sugere que fogo de copas pode ter um efeito negativo no sucesso da regeneração pós-fogo (Vega *et al.*, 2008). Por outro lado, o banco de sementes do solo pode ser drasticamente reduzido durante um fogo apesar da viabilidade das sementes armazenadas no solo ser pobre e a contribuição desta negligenciável (Ferrandis, Herranz, & Martínez-Sánchez, 1996; Izhaki & Ne'eman, 2000). As características do banco de sementes são modificadas depois de um incêndio intenso. A deposição de cinza pode ter um efeito negativo na regeneração pós-incêndio (Reys & Casal, 1998). Apesar de um incêndio intenso poder simultaneamente aumentar a disponibilidade de nutrientes e contribuir para a regeneração (Eugenio, Verkaik, Lloret, & Espelta, 2006; Pausas, Ouadah, Ferran, Gimeno & Vallejo, 2003). Existe um variável nível de deiscência térmica entre as populações de *P. pinaster* (Tapias & Gil, 2000; Tapias *et al.*, 2001, 2004) e a ocorrência de pinhas serotinas e não serotinas é um fenómeno comum nos indivíduos e ao nível da população nesta espécie (Vega *et al.* 2000). Consequentemente é particularmente relevante para determinar o processo de regeneração pós-incêndio, relacionar os níveis de deiscência térmica com a severidade do incêndio. (Vega *et al.*, 2008). O tamanho do banco de sementes aéreo variou ligeiramente relativamente ao total da dispersão das sementes nas parcelas ardidas. A dispersão das sementes foi significativamente maior para um menor nível de severidade do incêndio. Sendo que parcelas não ardidas apresentavam valores inferiores às das parcelas ardidas. O banco de sementes aéreo e a dispersão inicial de sementes viáveis foram variáveis melhor relacionadas com a densidade inicial de regeneração. As condições de restabelecimento da semente e a percentagem de pinhas serotinas parecem ter um efeito significativo na densidade inicial da dispersão (Veja *et al.*, 2008).

Um pinhal-bravo na serra Berneja, Andaluzia, esteve sujeito a um regime de incêndios superficial de severidade reduzida a moderada, no período 1817 a 1997, com um intervalo médio de 14 anos entre incêndios consecutivos (Vega, 2000). As árvores de maior idade sobreviveram a uma média de cinco incêndios, havendo mortalidade total dos indivíduos cuja idade era inferior a 10 anos no momento do fogo. A estrutura irregular do povoamento reflete o recrutamento após fogo, mas também a ocorrência de regeneração independente do fogo, respectivamente da responsabilidade de pinhas serotinas e não serotinas (Fernandes *et al.*, 2005; Fernandes & Rigolot, 2007).

3.2 Portugal

Lucas-Borja et al. (2016) realizaram um estudo com três populações de pinheiro-bravo na região Norte de Portugal, distrito de Vila Real (duas populações em Vila Seca e uma população em Seirós). Este estudo teve como objetivo determinar o efeito da recorrência dos incêndios na diversidade genética do pinheiro-bravo. A variabilidade genética nas espécies florestais é importante para o processo de adaptação ao *stress* biótico e abiótico de modo a assegurar a viabilidade das espécies. As árvores são mais vulneráveis, que as plantas anuais, às variações climáticas bruscas, uma vez que não são capazes de reagir através de migrações ou seleção genética num curto período de tempo. Deste modo, a análise das características da regeneração pós-incêndio das espécies é uma abordagem crucial para determinação da vulnerabilidade e resiliência das espécies ao regime de fogo (Lloret et al. 2005 como citado em Lucas-Borja et al., 2016, p. 1323).

Em relação à ocorrência do fogo, a população de Seirós foi afetada tanto em 1990 como em 2005, enquanto a de Vila Seca.2 foi afetada apenas em 2005. Os resultados foram comparados com uma área próxima não ardida (Vila Seca.1). Os povoamentos de Seirós e Vila Seca.2 tinham 5 a 6 anos de idade e o de Vila Seca.2, 50 a 60 anos. A população de Seirós, mostrou o maior índice de diversidade genética. O valor mais baixo foi encontrado na população de Vila Seca.1, não ardida. O Parâmetro *He* (heterozigosidade expectável; diversidade genética) foi superior nas populações de Seirós, estes resultados mostram que o pinheiro-bravo é uma espécie adaptada ao fogo, uma vez que não existe uma variação na erosão genética.

Outro estudo, de Fernandes *et al.* (2015) analisou 50 parcelas no Nordeste de Portugal (Alvão, Marão e Montemuro). Este estudo teve como objetivo examinar a relação entre o historial de incêndios, severidade cumulativa dos incêndios e a estrutura do povoamento. A hipótese estudada foi que a estrutura pós-fogo dos pinheiros remanescentes reflete algum grau de desbaste pelo fogo que aumenta as hipóteses de sobrevivência num fogo subsequente.

Para cada parcela foi calculado, através da cartografia digital das áreas ardidas, intervalos de recorrência do fogo (média, MIR; mínimo, MinIR; e máximo, MaxIR). O desbaste por baixo provocado pelo fogo, em árvores com diâmetro à altura do peito inferior a 15,5 cm, correspondeu a uma probabilidade de 50% de sobrevivência. Cada mancha ardeu de 1 a 9 vezes, desde 1975, com um intervalo de recorrência médio de 1,7 a 16 anos nas parcelas com múltiplos incêndios. O maior MIR esteve associado a baixas densidades de povoamento e a uma maior percentagem de árvores com cicatrizes de incêndios. Tanto o maior MIR, como o MaxIR estão associados a uma maior severidade do incêndio (maior altura do tronco queimado e maior altura da base da copa queimada), provavelmente porque em intervalos entre incêndios mais longos, aumenta a acumulação de combustível e potencialmente ocorre uma maior intensidade do incêndio (MaxIR > 6anos tiveram o valor maior da base da copa queimada).

O mínimo intervalo de recorrência entre incêndios explicou 70% da variação da altura da base da copa queimada (BCQ) ao nível da parcela e da exposição do terreno e o máximo intervalo de recorrência entre incêndios explicou 55 %. Um MIR <4,2 anos gerou o menor valor para a base da copa queimada (BCQ), aumentando nas encostas viradas a este e sul (mais secas e quentes) e o valor maior BCQ nas áreas com MIR \geq 4,8 anos. A sobrevivência das árvores individuais resultou

claramente do processo de desbaste onde a mortalidade das árvores depende do tamanho da árvore, como se verificou pela distribuição das árvores vivas e mortas. Com o limiar de diâmetro à altura do peito=15,5 cm para as árvores mortas, sugerindo que a variação na dimensão da árvore é mais relevante para a sua sobrevivência que o comportamento do fogo de superfície.

Na bibliografia encontramos outro estudo na Serra do Marão. Em Setembro de 1985, ocorreu um grande incêndio nesta Serra, com cerca de 3000 ha. Castro, Bento e Rego (1990) avaliaram 265 parcelas circulares (2 m de raio) separadas sistematicamente de 150m. Neste estudo foram encontradas correlações significativas entre a percentagem de solo coberto com manta morta e os valores da regeneração. Outras variáveis foram positivamente relacionadas com a regeneração, nomeadamente a idade do povoamento e a exposição norte, por outro lado a presença de pedregosidade, o declive e a distância à árvore mais próxima foram relacionados negativamente.

3.3 Metodologia semelhante (Sudoeste da Austrália)

Foi realizado um estudo com pressupostos bastante semelhantes ao que nos propomos, no entanto o ponto de partida e chegada foram inversos. Gosper, Prober e Yates (2013) estimaram intervalos entre incêndios, apropriados para conservar a biodiversidade, usando como os atributos vitais.

É reconhecido que as combinações particulares de características de plantas, ou tipos funcionais de plantas (PFTs), tornam algumas espécies vulneráveis a certos regimes de incêndios, especialmente variações nos intervalos entre incêndios (Bond & Van Wilden, 1996; Bradstock & Kenny, 2003; Keith, Holman, Rodoreta, Lemmon, & Bedward, 2007).

Um dos métodos para produzir intervalos de retorno do fogo aceitáveis para as comunidades de plantas é através da medição das características das plantas que determinam a sua capacidade para sobreviver a diferentes intervalos entre fogos (atributos vitais, *sensu* Noble & Slatyer, 1980). Características-chave incluem o modo de persistência dos indivíduos ou população e armazenamento de sementes, e a duração de fases do ciclo de vida críticas, incluindo período juvenil e senescência (Keith *et al.*, 2007, Bradstock & Kenny, 2003)

O modo de armazenamento das sementes, por exemplo, influencia fortemente a vulnerabilidade das espécies de plantas a intervalos de fogo extremos (Bond & Van Wilden, 1996). Plantas que armazenam as suas sementes em frutos lenhosos persistentes na copa (pinhas serotinas) não conseguem proteger a população do fogo durante o período juvenil (senão tiverem reprodução vegetativa), ou depois dos adultos morrerem (Bond & Van Wilden, 1996) então podem ser mais vulneráveis a intervalos de fogo extremos que plantas que persistam com banco de sementes no solo (Ayre, Otte-well, Krauss, & Whelan, 2009).

Apesar de ser amplamente reconhecido que a abordagem dos atributos vitais oferece bastante para a gestão da ecologia do fogo (Bradstock & Kenny, 2003), os métodos para medir os atributos vitais e conversão dessa informação em prescrições para intervalos de fogo aceitáveis é pobremente circunscrita (Gosper *et al.*, 2013).

Não obstante ser razoavelmente aceite que as características do potencial reprodutivo e longevidade das plantas é útil para definir intervalos de fogo aceitáveis (Bradstock & Kenny, 2003; Burrows, Wardell-Johnson, & Ward, 2008) está inerente um significativo desafio a esta abordagem, incluindo a incerteza de como as características vitais são adequadamente avaliadas, incerteza à volta do valor das características requeridas para reduzir a probabilidade de extinção (i.e., o limiar para o potencial reprodutivo ou nível de mortalidade) e a variabilidade entre populações no período de tempo em que determinado atributo vital é atingido (Gosper *et al.*, 2013).

O MinIR - Relação entre o tempo desde o último incêndio e ambas as características (nº médio de frutos fechados por planta ou proporção de plantas com frutos fechados), refletem um intervalo de incêndio mínimo que se ajustou razoavelmente, mostrando padrões similares de mudança com o tempo desde o incêndio (Gosper *et al.*, 2013).

O MaxIR - Relações significativas com o máximo intervalo de tempo entre incêndios foram menos frequentes, mas foram detectadas quando se usaram medidas diretas da mortalidade, mais do que usando evidências de declínio no potencial reprodutivo (Gosper *et al.*, 2013).

Gosper *et al.* (2013) aplicaram a abordagem dos atributos vitais para determinada extensão do intervalo de incêndio em duas comunidades propensas ao fogo, de clima semiárido mediterrâneo, no Sudoeste da Austrália (perto de Newdegate). Para estimar intervalos mínimos, usaram uma característica previamente definida baseada na proporção de indivíduos em idade de reprodução dentro de uma população (Gil & Nicholls, 1989; Burrows *et al.*, 2008) e um outro atributo baseado no número máximo da colheita de frutos por espécie desde o último incêndio estimado, recorrendo a uma análise de regressão.

Definiram-se intervalos mínimos entre incêndios baseados somente no potencial reprodutivo das espécies sem reprodução vegetativa, com maturidade mais tardia (Bradstock & Kenny, 2003; Burrows *et al.*, 2008; Bradstock & Myerscough, 1988).

Para estimar o intervalo máximo, foi usado uma nova característica baseada na proporção de árvores mortas na população. A primeira medida reconhece que o número de adultos vivos na altura do incêndio afeta o tamanho da população pós-incêndio, pois os indivíduos sustentam o banco de sementes viáveis ou sementes e rebentos. A segunda medida baseia-se na observação que os frutos serotinos podem proteger as sementes independentemente da mortalidade relacionada com a idade da árvore (Gill & McMahon, 1986; Lamont, 1991) e que sementes protegidas raramente contribuem com novas plantas para a população (Keith, Williams, & Woinarski, 2002). Para ambas as medidas foram aplicados limiares refletindo os diferentes grupos de risco que as populações poderão se incapazes de recrutar ou persistir após um incêndio (Gosper *et al.*, 2013).

Das duas fontes de incerteza, a seleção do valor limiar do atributo causou uma maior diferença na estimativa das fronteiras dos intervalos que o método de medição do atributo (Gosper *et al.*, 2013).

Variações entre populações aumentaram com a maior estimativa do comprimento do intervalo mínimo e, em algumas espécies, resultaram em estimativas de intervalo com limitado valor prático. Em balanço, conclui-se que as medidas dos atributos vitais oferecem uma abordagem transparente para estimar fronteiras de intervalos entre incêndios para plantas ao nível da comunidade, mas a seleção do valor limiar da característica precisa de uma forte justificação biológica para a sua aplicação. Além disso, variações entre populações devem ser explicitamente amostradas se a estimativa dos intervalos entre incêndios for aplicada ao nível da paisagem (Gosper *et al.*, 2013).

4 OBJECTIVOS DO ESTUDO

Da revisão bibliográfica do capítulo 3, conclui-se que existem diversas informações e casos de estudo utilizando a abordagem dos atributos vitais. No entanto, não existe um estudo global que a partir de cartografia existente, tenha avaliado da existência de atributos vitais que permitam prever o limiar de sobrevivência do pinheiro-bravo após-incêndios.

Este estudo, visa assim, encontrar a idade em que o pinheiro-bravo atinge a maturidade (produção de pinhas) e/ou espessura de casca que possibilita a sua perpetuação após-incêndio.

No Quadro 4, faz-se um resumo da informação encontrada na revisão bibliográfica sobre as hipóteses formuladas neste estudo.

Hipóteses Atributos vitais	Produção de pinhas (serotinas ou não) idade frutificação	Dap limiar	Espessura da casca limiar
MinIR (anos) ????	7-8 anos (Maugé & Forestier, 1987)	15,5 a 35,0 cm (Fernandes, P. et al. 2015)	
	10 – 15 anos (Tapias <i>et al.</i> 2001; Correia, <i>et al.</i> , 2007; Barreto, 2009)	17,0 a 27,0 cm (Tapias <i>et al.</i> 2004)	2,6 cm (Ryan, 1998)

Quadro 4 – Resumo da pesquisa bibliográfica sobre quantificação dos atributos vitais

Pela análise destes valores podemos esperar encontrar, após análise dos dados, valores da ordem dos 7- 15 anos para os casos do fator predominante ser o atributo **C** e valores de 20 – 35/40 anos (a que correspondem valores de espessura de casca superiores a 2,6 cm - ver quadro 5) para os casos de o atributo **W** ser o prevalecente.

Fase fisionómica	d_{dom} (cm)	h_{dom} (m)	Espessura da casca (cm)	Idade (anos)		Código Grupo*
Nascedio	-	0,3-1,3	-	]0; 5-10]	]0; 7]	2 - PbN
Novedio	0-10	1,3-8,0	0 - 1,25 ⁽¹⁾]5-10; 10-20]	]7; 15]	2 - PbN
Bastio	10-20	8-15	1,25 - 2,75 ⁽¹⁾]10-20; 20-35]	]15; 30]	3 - PbB
Fustadio	20-30	15-18	1,5 - 4 ⁽²⁾]20-35; 30-50]	]30; 50]	4 - PbFAf
Alto fuste Jovem	30-40	>18	2,5 – 5 ⁽²⁾]30- 50; 40-80]	]50; ∞]	4 - PbFAf
Alto fuste Médio	40-50					4 - PbFAf
Alto-fuste Velho	>50					4 - PbFAf

Quadro 5 - Fases fisionómicas de desenvolvimento de povoamentos puros e regulares. Adaptado de Oliveira et al. (2000), (1) Fernandes et al. (2005) e Fernandes & Rigolot, 2007 (2) Burrows, Ward, & Robinson (2000).

(*) Grupos referentes ao Quadro 7 (página 38)

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material

Para esta análise utilizamos várias fontes de informação cartográfica, que se encontram resumidas no Quadro seguinte. São elas IFN70, a COS'07 e cartografia das áreas ardidas de 1975 a 2006.

Nome	Sistemas de referência	EPSG	UMC(ha)	Fonte	Descrição
IFN70	ETRS89 / PT-TM06	3763	2-0,2	CEABN/DGT	Inventário Florestal Nacional (1965-1978)
COS2007N5			1	DGT	Carta de uso/ ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007
AA (1975 a 1983)	Lisboa Hayford_Gauss IGeoE	102164	35	ISA/ICNF	Cartografia áreas ardidas (1975 a 2006)
AA (1984 a 2006)			5		

Quadro 6 - Características da informação base

5.1.1 Cartografia IFN70 (1965/78) no formato digital resultante do Projeto FIRELAND (CEABN/DGT), com base no IFN1 (1963/66) e IFN2 (68/80):

A cartografia IFN70, utilizada neste trabalho, resultou da primeira fase do projeto FIRELAND que teve como objetivo converter um total de 638 folhas, em suporte de papel, com seccionamento da carta militar 1:25 000 (série M888) em formato digital vetorial, para posterior análise em ambiente SIG (Alves-da-Silva & Reis, 2012). Cada peça cartográfica passou por um processo de rasterização, georreferenciação e vectorização automática, tendo-se posteriormente procedido a reajustamentos nos parâmetros definidos e correções manuais, como eliminação das siglas das legendas e homogeneização da legenda na tabela de atributos.

O Projeto FIRELAND, numa segunda fase, analisou as alterações espaciotemporais das ocupações do solo e a influência que o fogo teve nas mesmas no período de 1970 a 2007. Para tal, recorreu-se à cartografia do Inventário Florestal Nacional 1965/78 (IFN70), às Cartas de Ocupação do Solo de 1990 e 2007 e ao levantamento de áreas ardidas no período 1975-2006, para a criação de matrizes de transição com as quais se caracterizaram e analisaram os padrões temporais das dinâmicas de ocupação do solo (Tavares, Sequeira, Rocha, Rego & Reis, 2013, junho).

As 638 folhas, em suporte de papel, que foram rasterizadas, terão sido baseadas no trabalho efetuado no primeiro Inventário Florestal Nacional (IFN 1), que decorreu entre 1963 e 1965, tendo

sido promovido pelos Serviços Florestais em colaboração com as empresas de celulose, cabendo à primeira entidade a responsabilidade pelo inventário da região Sul do Tejo (Direcção-Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas [DGSFA], 1966) enquanto as empresas privadas realizaram o inventário a Norte do Tejo (Direcção-Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas [DGSFA], 1966a). Além da diferente responsabilidade de execução, os inventários a Norte e a Sul do Tejo também seguiram diferentes metodologias, em particular quanto ao tipo de informação que lhes serviu de suporte (Direcção-Geral dos Recursos Florestais [DGRF], 2001).

O inventário a Norte do Tejo baseou-se em fotografia aérea pancromática à escala aproximada de 1/15 000, realizada entre 1963 e 1965, em tempos diferentes nos diversos distritos que integram esta região do continente e o inventário a Sul do Tejo teve como base a atualização da Carta Agrícola e Florestal (SROA).

Entre 1968 e 1980 foi realizada a primeira revisão do IFN, produzindo-se, então, a Carta do Inventário Florestal na escala 1:25.000. Este inventário foi integralmente desenvolvido pelos Serviços Florestais, segundo as seguintes etapas sequenciais: *i)* O inventário a Norte do Tejo baseou-se em coberturas aerofotográficas realizadas, nos diferentes distritos desta região, entre 1974 e 1980; *ii)* O inventário a Sul do Tejo teve início em 1968, com base numa nova cobertura aerofotográfica; *iii)* Os povoamentos de pinheiro-bravo e eucalipto foram ainda amostrados no terreno para obtenção de estimativas de volumes e acréscimos (Louro, Monteiro, Constantino, Tomé, & Rego, 2010).

Na cartografia IFN70 estão presentes 29 classes para a Ocupação Principal – pinheiro-bravo. Como foi dito anteriormente, agregamos estas 29 classes em 9 grupos de acordo com o Quadro 7, para simplificar a análise e dar ênfase a padrões na evolução da ocupação.

5.1.2 Carta de Ocupação do Solo (IGP) referente ao ano 2007:

A COS'07 publicada pelo Instituto Geográfico Português (actual Direcção-Geral do Território) apresentada em Unidade de Trabalho, correspondentes ao seccionamento de uma folha da carta 1:100 000 do IGP, foi produzida com base em orto-imagens, derivadas das coberturas aéreas produzidas pela Direcção Geral de Recursos Florestais (DGRF) em novembro de 2004, agosto a setembro de 2005 e maio a junho de 2006. Para efeitos da COS entende-se por unidade de ocupação/uso do solo qualquer área de terreno superior ou igual à Unidade Mínima Cartográfica (UMC) (1 ha), com distância entre linhas superior ou igual a 20 metros e cuja percentagem de uma determinada classe de ocupação/uso do solo seja superior ou igual a 75% da totalidade da área delimitada. A nomenclatura da COS'07 é constituída por 192 classes (NIVEL 5) que se encontram enumeradas em anexo no Quadro 15 (Instituto Geográfico Português [IGP], 2009). Estas classes foram igualmente agregadas em 23 Classes, simplificando a leitura dos resultados, ou ainda em 17 classes quando se justificava, essa correspondência consta do quadro 16, em anexo.

Quadro 7 - Classes IFN70 para pinheiro-bravo, respetivas siglas e grupos adotados para este estudo

GRUPO	CLASSES IFN70	SIGLA ADOPTADA	ÁREA (ha)	COM-POSIÇÃO	ESTRUTURA	CLASSE ETÁRIA	GRAU DE COBERTO ARBÓREO	ESPÉCIE DOMINADA OU SECUNDÁRIA	
2	Pb0	PbN	154 620	Puro	Regular	Fase de nascedio e novedio			
3	Pb1	PbB	74 508			Fase de bastio			
4	Pb2	PbFAf	189 195			Fase de fustadio e alto-fuste			
5	Pbja	Pb10a40	44 956		Irregular		Entre 10 e 40%		
6	Pbjb	Pb40a70	92 349				Entre 40% a 70%		
7	Pbjc	Pb70a100	483 441				Superior a 70%		
9	Pb	Pb	16 968						
	Pb1.0	Pb	59		Irregular por bosque	Fase de novedio e bastio			
	Pb2.0	Pb	1			Fase de nascedio, bastio ou alto-fuste			
	Pb2.1	Pb	22			Fase de nascedio, novedio ou alto-fuste			
	Pbj	Pb	41		Irregular				
1	Pb E	Pb E	170 090	Misto	Regular			Eucalipto (<i>E. globulus</i>)	
8	Pb Az	Pb X	78		Irregular			Azinhiera	
	Pb Cb		385					Castanheiro em talhadia	
	Pb Cm		507					Castanheiro em alto-fuste	
	Pb Cv		3 302					Carvalhos diversos	
	Pb D		29 258					Outras espécies	
	Pb D E		6					Outras espécies e eucalipto (<i>E. globulus</i>)	
	Pb Fd		16					Folhosas diversas	
	Pb Md		80					Medronheiro	
	Pb Pm		13 575					Pinheiro-manso	
	Pb Pm Sb		58					Pinheiro-manso e sobreiro	
	Pb Ps		1					Pinheiro-silvestre	
	Pb Px		2					Outras resinosas (exceto pinheiro-bravo, pinheiro-manso e pinheiro-silvestre)	
	Pb Sb		16 961					Sobreiro	
	Pb1 Sb		11			Fase de bastio		Sobreiro	
	Pbj E		29					Eucalipto (<i>E. globulus</i>)	
	Pbj Sb		3					Sobreiro	
Pbjc Sbs		192	Puro		Superior a 70%	Sobreiros dispersos com área de ocupação inferior a 10%			

5.1.3 Cartografia das áreas ardidas (ISA/ICNF) 1975-2005:

As áreas ardidas correspondentes ao período 1975-2005 foram obtidas recorrendo a uma classificação semiautomática de imagens de satélite. No período de 1975-1985 as imagens de satélite Landsat utilizadas eram do final do Verão – Outono, com resolução espacial de 80m e unidade mínima de 35 ha (Multi Spectral Scanner – MSS). Desde 1984 – Thematic Mapper (TM) – Enhanced Thematic Mapper (ETM), a resolução espacial dos dados foi de 30 m com unidade mínima de representação de 5 ha (Oliveira *et al.*, 2011).

5.2 Métodos

5.2.1 Procedimentos da análise da dinâmica dos povoamentos de pinheiro-bravo

Quando submetidas a períodos recorrentes de incêndios em intervalos relativamente curtos, muitas comunidades vegetais seguem um único caminho de regeneração, no entanto, variam quando sujeitas a intervalos curtos ou longos de recorrência do incêndio (Cattelino, *et al.*, 1979). Partindo deste pressuposto, fomos analisar as diversas transições de ocupação, de acordo com o mínimo intervalo de recorrência (MinIR).

Tendo como ponto de partida Inventário Florestal Nacional (1965-1978) IFN70, que usamos para localizar geograficamente o pinheiro-bravo existente na década de 70 (ver figura 3), fomos através de análise espacial analisar a evolução da vegetação existente nessas mesmas áreas, após 29 a 42 anos, baseando-nos na Carta de Ocupação/Uso do Solo de Portugal Continental 2007 - COS'07. Adicionalmente utilizamos o mapeamento de áreas ardidas referentes ao período de 1975 a 2006, para cálculo da frequência (nº de incêndios e intervalo mínimo de recorrência) e extensão dos incêndios.

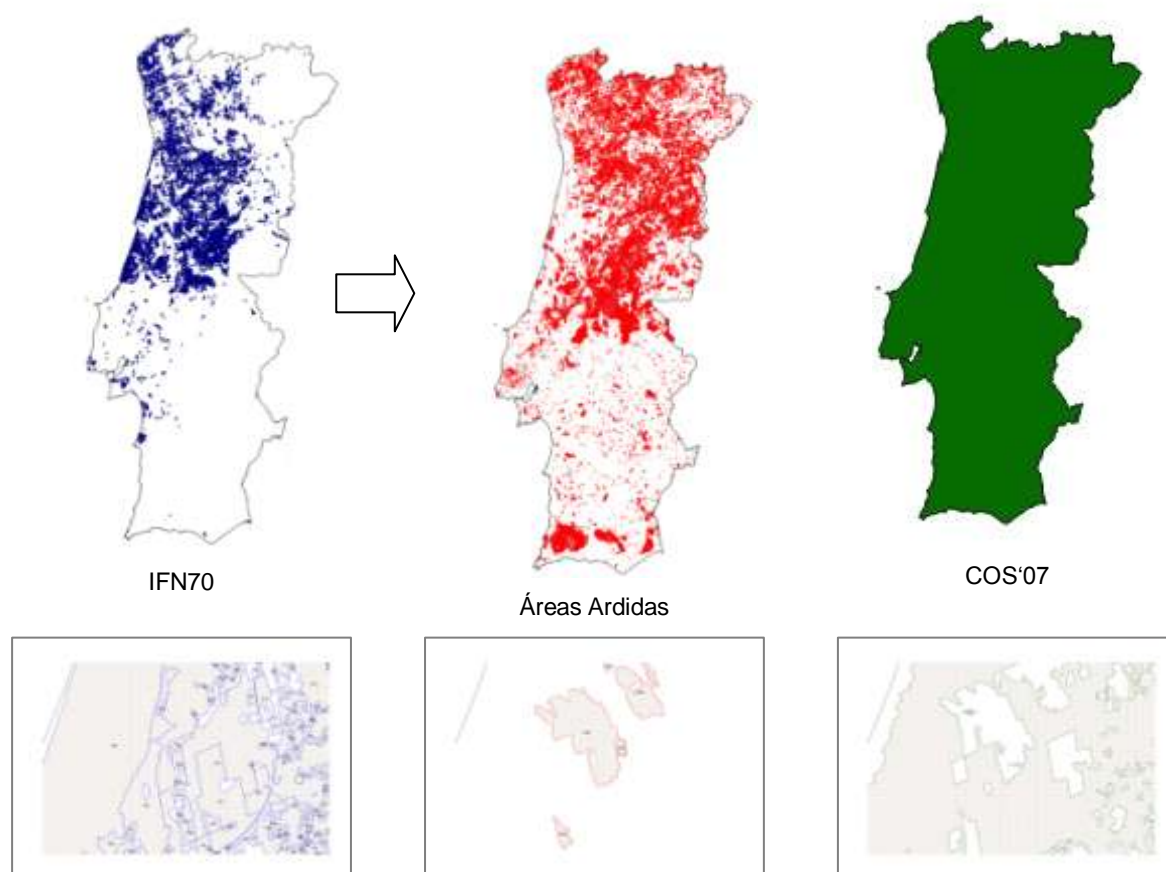


Figura 3 – Análise espacial dos dados vetoriais

5.2.2 Operadores específicos e software utilizado

Neste estudo baseou-se em três componentes cartográficas, que se encontram sumariadas no Quadro 6 (página 35). Com recurso a *software* SIG (ArcGIS e QGIS) obtiveram-se tabelas de atributos que foram analisadas em Microsoft Office Excel (Figura 4).

	A	C	K	AX	BA	BC	BD	BE	CJ	CL	CT	CX	DF	DG	DN
1	OBJECTID	CODIGO	cosn5	Count	classes_pb	AREA	data_ifn	1975	2006	AnoFogo1	AnoFogo9	t1	t9	t10	Int_min
2	433999	Pb E	3.1.3.01.5	9	1	8391,048403	1974			1978	2005	4	4	2	2
3	417524	Pb E	3.2.4.05.5	8	1	15010,410282	1974			1978		4	2		2
4	417619	Pb E	3.1.3.01.5	8	1	132,687539	1974			1978		4	2		2
5	417620	Pb E	3.1.3.01.5	8	1	27696,154162	1974			1978		4	2		2

Figura 4 – Organização dos dados na tabela de atributos nas 9 classes analisadas.

Esta metodologia foi usada igualmente na segunda fase do projeto FIRELAND (Tavares et al., 2013, junho) que explorou as dinâmicas da paisagem no intervalo de tempo de 1970 a 2007, por meio de tabelas dinâmicas originadas da cartografia base de 1970, 1990 e 2007. Neste caso de estudo, optamos por não usar a Carta de Ocupação do solo de 1990.

A componente das áreas ardidas resultou da união de 32 *shapefiles* anuais, onde foi criada uma coluna para cada ano 'a1975' a 'a2006'. Estas colunas foram preenchidas com a data correspondente ao ano a que a *shapefile* dizia respeito. Na *shapefile* final, nos anos em que ocorreu incêndio naquela mancha temos o valor do ano na coluna respetiva, enquanto nos anos em que não ocorreram incêndios, a célula ficou vazia. Criamos depois, colunas correspondentes ao primeiro ano de ocorrência do incêndio, segundo ano, etc. Para tal, usamos a função MENOR (matriz; k) que devolve o menor valor k-ésimo do conjunto de dados. AnoFogo1 = MENOR (a1975:a2006;1). Posteriormente foram criadas colunas correspondentes aos intervalos de recorrência entre incêndios. Coluna t2=AnoFogo2-AnoFogo1 e assim sucessivamente.

Dado que os dados utilizados, referentes ao pinheiro-bravo, são de 1968 a 1978 e os dados de ocorrência dos incêndios foram apenas desde 1975. Para o caso particular da Coluna t1, usamos a fórmula $t1 = SE (AnoFogo1 - data_IFN \geq 1; AnoFogo1 - data_IFN; "")$. A função SE devolve um valor se uma condição especificada for avaliada com VERDADEIRO e outro valor se for avaliada como FALSO. Ou seja, SE (teste_lógico; valor_se_verdadeiro; valor_se_falso). No entanto, estes valores tiveram de ser desprezados da nossa análise, mesmo quando positivos, não são significativos. Ora vejamos, num caso de um incêndio em 1975, com data_IFN=1974, caso limite de AnoFogo1-data_IFN=1. Temos informação que t1=1, porém à data do IFN70, em 1974 este povoamento não teria sido instalado, não tinha idade=0. Nada nos garante que com data_IFN<1975 não tenham ocorrido incêndios dessa data até 1975. Foi então esta coluna eliminada da matriz de cálculo, do mínimo intervalo de recorrência.

Para o cálculo do mínimo intervalo de recorrência, usamos a fórmula MÍNIMO que devolve o menor número num conjunto de valores. Se nº de incêndios no período em análise for superior a zero (Count>0): coluna Int_Min=MÍNIMO (colunat2:colunatn), se não ocorrem incêndios no período em análise (Count=0): Int_Min=2007-coluna data_ifn. Sendo que no fim, os casos em que nº de incêndios é igual a um ou as áreas não ardidas não foram contabilizadas na análise dos intervalos de recorrência mínimos (Count<1), para quantificar o(s) atributo(s) vitais do pinheiro-bravo.

Obtivemos assim, 9 tabelas, uma para cada grupo - 'Classes_pb', especificado no Quadro 7 (página 37).

6 RESULTADOS

6.1 Transição dos povoamentos de pinheiro-bravo em 1965-78, para as diferentes ocupações em 2004-2006.

Em Portugal Continental, entre 1965 a 1978, a área de Pinheiro-bravo era de 1291 mil ha (IFN70). Recorrendo a análise espacial, constatamos que se mantiveram na mesma área geográfica 503 mil ha de pinheiro-bravo (COS'07). Segundo a COS'07 (2004-2006) a área de Pinheiro-bravo em Portugal Continental era de 940 mil ha, ou seja, houve expansão fora das áreas iniciais de 437 mil ha.

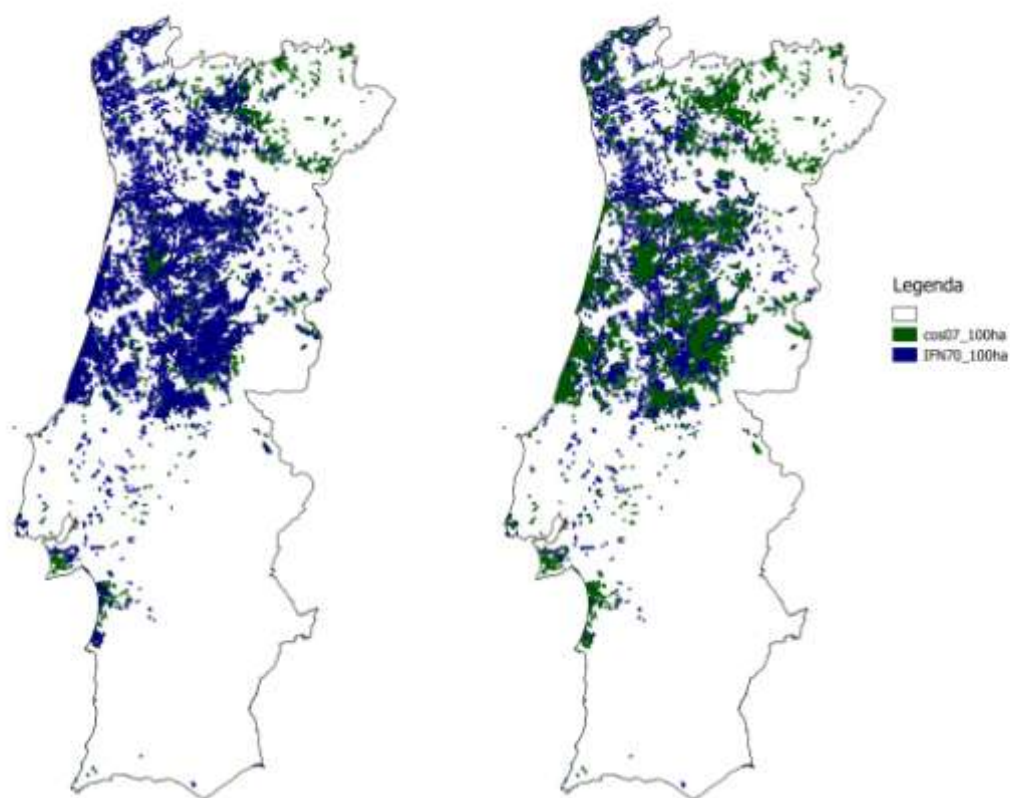


Figura 5 – Comparação entre os povoamentos de pinheiro-bravo presentes no IFN70 e os constantes na COS'07 com dimensão superior a 100 hectares.

	GRUPO	SIGLA	AREA (ha)
Povoamentos Puros Regulares	2	PbN	154620
	3	PbB	74508
	4	PbFAf	189195
Povoamentos Puros Irregulares	5	Pb10a40	44956
	6	Pb40a70	92349
	7	Pb70a100	483441
	9	Pb	17092
Povoamentos Mistos	1	Pb E	170090
	8	Pb X	64464
TOTAL			1290715

Quadro 8 – Distribuição da área total de povoamentos de pinheiro bravo em 1970 (1965-1978) pelos 9 grupos (classes IFN70) de tipologia para análise das transições.

Tendo-se verificado que 52 % (675 mil ha) da área tota (1.290 mil ha), correspondente à área de pinheiro-bravo na década de 70, não ardeu no período em análise (1975-2006), a restante área (615 mil ha) teve a seguinte frequência de incêndios.

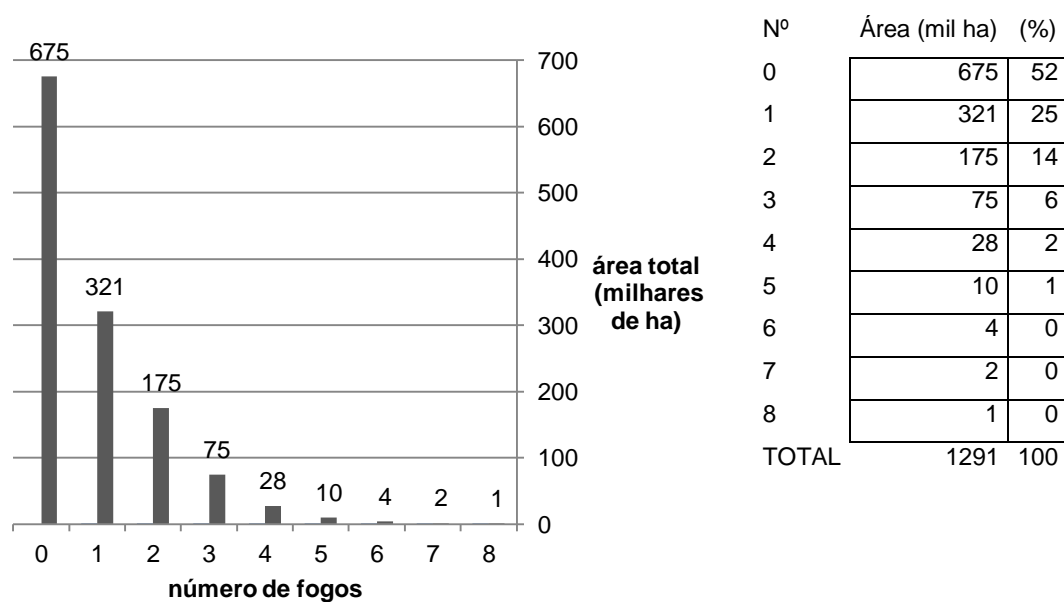


Gráfico 1 – Distribuição da área de Pinheiro-bravo IFN70 pelo nº de incêndios

Analisando a área de estudo, verificamos que o Pinheiro-bravo existente em 1970, transitou em 2004-2006 para as seguintes ocupações, apresentadas no Quadro 9: Cerca de 39 % da área manteve-se pinheiro-bravo, enquanto que 21% e 18 % passaram respetivamente, para áreas de mato e eucalipto.

Transição 1970-2006	Área (ha)		%	
	Total	Ardida	total	ardida
Pb ⇒ Pb	503023	166538	39	33*
Pb ⇒ M	265642	217387	21	82
Pb ⇒ Ec	235509	124581	18	53
Pb ⇒ A	66446	12343	5	19
Pb ⇒ NP	55331	37608	4	68
Pb ⇒ U	52345	6415	4	12
Pb ⇒ Fd	35764	13814	3	39
Pb ⇒ Cv	26092	14020	2	54
Pb ⇒ I	14621	12499	1	85
Pb ⇒ Sb	10978	2104	1	19
Pb ⇒ Pm	9112	1070	1	12
Pb ⇒ Or	6192	2732	0	44
Pb ⇒ Ac	4689	2442	0	52
Pb ⇒ Ct	2571	1016	0	40
Pb ⇒ H	1234	348	0	28
Pb ⇒ Az	1168	558	0	48
	1290716	615473	100	48

(*) Percentagem de área, que permaneceu pinheiro-bravo, que ardeu entre 1970-2006.

Legenda:

Pb – Pinheiro-bravo; M – Matos; Ec – Eucalipto; A – Áreas agrícolas; NP – Novas plantações; U – Territórios artificializados; Fd – Outras folhosas; Cv – Carvalhos; I – Improdutivos; Sb – Sobreiro; Pm – Pinheiro-manso; Or – Outras resinosas; Ac – Espécies Invasoras; Ct – Castanheiro; H – Zonas húmidas e Águas interiores e costeiras; Az – Azinheira.

A maior percentagem de área ardida por área total da respetiva transição corresponde às transições:

Pinheiro-bravo (1970) ⇒ Matos (2006) e Pinheiro-bravo (1970) ⇒ Improdutivos (2007).

No Quadro 15 (em Anexo) encontram-se as Classes da COS'07 que foram agrupadas em Matos e Improdutivos.

Quadro 9 - Transição Total: (1970 - 2006) Distribuição por transição ocorrida nas áreas ardidas e não ardidas.

Tavares et al. (2013, junho), no projeto FIRELAND, após a análise da dinâmica da paisagem, em particular nas NUT Douro e Alto de Trás-os-Montes no intervalo de tempo de 1970 a 2007, verificaram que quando o sistema interagiu com o fogo, observou-se uma elevada sensibilidade das diversas classes de ocupação florestal com exceção da classe de “Sobro e Azinho”. A Classe de “Sobro e Azinho” apresentou uma elevada resistência a fogos cíclicos, enquanto as classes de “Outros carvalhos”, “Outras folhosas”, “Eucalipto” e “Pinheiro bravo e Outras resinosas” tiveram um comportamento semelhante, com baixa resistência a fogos cíclicos e elevada probabilidade de passar a “Matos e Improdutivos” (Tavares et al., 2013, junho).

Catry, Rego, Moreira, Fernandes e Pausas (2010), num estudo efetuado na Tapada de Mafra, após o grande incêndio que ocorreu na região em 2003, chegaram a conclusões semelhantes. A

maioria das folhosas sobreviveu ao primeiro ano após-fogo, enquanto a maioria das coníferas morreu (84 % para o pinheiro-bravo), sendo nestes casos a regeneração assegurada apenas por semente (Catry, Bugalho, & Silva, 2007). Apesar da reduzida mortalidade registada nas folhosas, a grande maioria não regenerou a partir da copa, mas antes de toixa ou de raiz, a notável exceção foi o *Quercus suber* que consegue regenerar a partir da copa, mesmo após um incêndio severo, permitindo-lhe recuperar muito mais depressa do que as outras espécies (Catry et al., 2007; Catry et al., 2010).

6.2 Transição dos povoamentos de pinheiro-bravo (1970) não ardidos para as diferentes ocupações (2006)

Na área que não ardeu (entre 1975 a 2006), 50% da área manteve-se pinheiro-bravo (336 mil ha) e 16% (111 mil ha) passaram a eucalipto.

Na área que transitou para eucalipto, inicialmente este já se encontrava presente como espécie secundária, em 40% da área - pinheiro-bravo misto – Cod1 PbE (44 mil ha). Outros 28% desta área correspondem a povoamentos com densidades de coberto superiores a 70% (Cod7 – Pb70a100) e 13 % povoamentos em alto-fuste ou fustadio (Cod. 4 – PbAfF), poderá isso evidenciar uma alteração de ocupação por via de novas plantações de eucalipto.

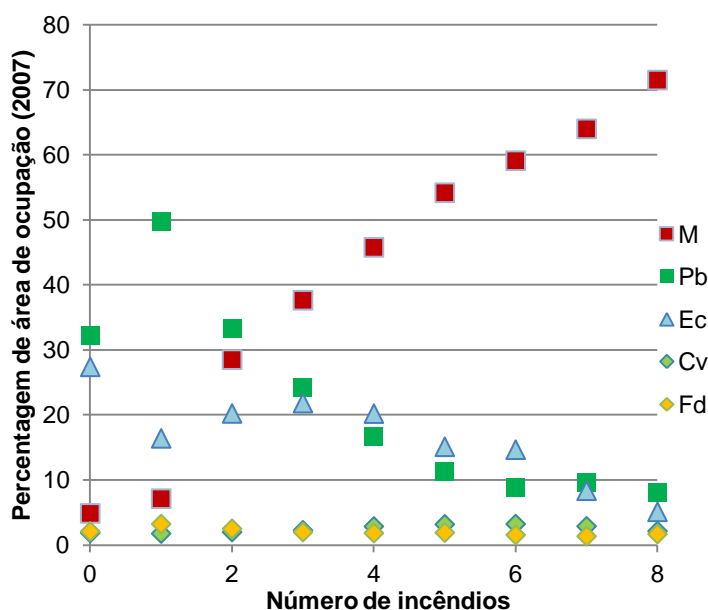
TRANSIÇÃO 1970 - 2007	AREA (mil ha)	%	COD	SIGLA	AREA (mil ha)	%
Pb ⇒ Pb	336	50	1	PbE	44	40
Pb ⇒ Ec	111	16	7	Pb70a100	31	28
Pb ⇒ A	54	8	4	PbAfF	14	13
Pb ⇒ M	48	7	6	Pb40a70	6	5
Pb ⇒ U	46	7	3	PbB	5	5
Pb ⇒ Fd	22	3	8	PbX	4	4
Pb ⇒ NP	18	3	2	PbN	3	3
Pb ⇒ Cv	12	2	5	Pb10a40	2	2
Pb ⇒ Sb	9	1	9	Pb	1	1
Pb ⇒ Pm	8	1				
Pb ⇒ Or	3	0				
Pb ⇒ Ac	2	0				
Pb ⇒ I	2	0				
Pb ⇒ Ct	2	0				
Pb ⇒ H	1	0				
Pb ⇒ Az	1	0				
	675	100		TOTAL	110	100

Quadro 10 - Transições verificadas nas áreas não ardidas e distribuição pelas diversas classes de Pb – IFN70, que transitaram para Ec em 2007.

6.3 Transição dos povoamentos de pinheiro-bravo (1970) ardidos para as diferentes ocupações (2006)

6.3.1 Transição em função do número de incêndios

Fazendo uma análise à distribuição das transições, condicionada ao número de incêndios que ocorreram nessa área no período em análise, verifica-se, como seria expetável, que a área de matos aumenta, passando de cerca de 10%, quando o número de incêndios é um, para mais de 50%, quando o número de incêndios é cinco.



Pela observação do gráfico 2, e como foi constatado por Tavares *et al.* (2013), verificamos que a área de carvalhos e outras folhosas não sofrem influência do efeito do número de incêndio. Porém, o mesmo não acontece com o pinheiro-bravo e eucalipto que são influenciados negativamente. Por oposição, o mato beneficia do aumento do número de incêndios.

Gráfico 2 - Percentagem de área ardida por número de incêndios e ocupação (2007).

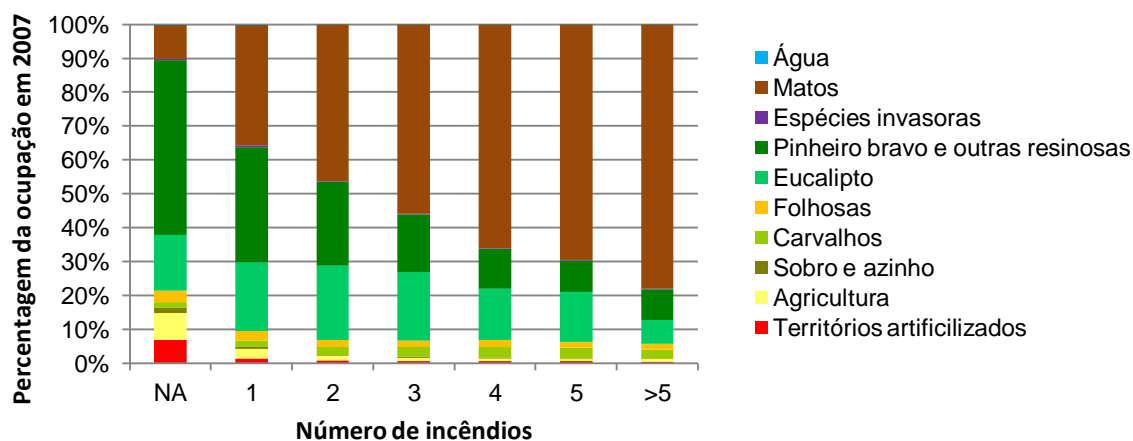


Gráfico 3 – Transições da área de pinheiro-bravo (2007) pelas diversas ocupações, de acordo com o número de incêndios ocorridos. Adaptado de Tavares *et al.* (2013, junho).

6.3.2 Transição em função do tipo de povoamento

Os povoamentos florestais podem-se classificar, quanto ao seu tipo ou composição, em puros e mistos. Em sentido restrito, refere-se à variedade e natureza específica ou cultural dos indivíduos de um povoamento. Distinguir-se-á assim entre povoamentos puros constituídos por uma só espécie florestal dominante, e povoamentos mistos, nos quais coexistem indivíduos pertencentes a mais do que uma espécie florestal – espécies dominantes e espécies dominadas, presença de bosquetes de outras espécies. Considerar-se-ão povoamentos puros, aqueles em que a percentagem de outras espécies não ultrapasse 25 % (AFN, 2009).

6.3.2.1 Povoamentos puros regulares

No que diz respeito aos povoamentos puros, estão divididos em povoamentos regulares e irregulares. Quando um povoamento florestal é constituído por árvores pertencentes a diferentes classes de idade a estrutura do povoamento é classificada como *Irregular* (AFN, 2012). Além do regime cultural (alto-fuste ou talhadia), as fases de desenvolvimento completam a informação sobre a idade do povoamento (AFN, 2009). Para o alto fuste regular distinguem-se as seguintes fases: nascedio, novedio, bastio, fustadio, alto fuste (Quadro 11). Para as talhadias é uso distingui-las em – jovens, médias, e velhas (AFN, 2012).

Os grupos de análise do presente estudo, Códigos 2, 3 e 4, são respetivamente, povoamentos na fase de nascedio e novedio, bastio, fustadio e alto-fuste, de acordo com o quadro seguinte.

Código	Estrutura (anos)
Cod 2 – PbN	Nascedio]0 - 7]
Cod 2 – PbN	Novedio]7 - 15]
Cod 3 – PbB	Bastio]15 – 30]
Código 4 - PbFAf	Fustadio]30-50]
Código 4 - PbFAf	Alto-fuste > 50

Quadro 11 - Estrutura dos povoamentos de pinheiro-bravo Fonte: (AFN, 2012)

Neste estudo, analisamos cada grupo de tipologia de IFN70 (cod1 a 9), quanto à distribuição das diversas ocupações, após incêndio, de acordo com mínimo intervalo de recorrência entre incêndios (MinIR) no período em análise. Eliminamos desta análise as áreas com número de incêndios menor ou igual a um (Count [1975-2006] <1). Deste modo obtivemos uma correlação entre o intervalo

de recorrência do incêndio e a idade do povoamento de pinheiro-bravo no momento da perturbação $t=0$ (ocorrência do incêndio).

Nos povoamentos jovens - Código 2 (0 aos 15 anos) verificamos, pela análise do Gráfico 4, que independentemente do intervalo mínimo de recorrência dos incêndios, a área de pinheiro-bravo não sofre flutuações consideráveis. A área de mato já evidencia tendência em reduzir a sua percentagem de ocupação em função de intervalos de recorrência maiores, pelo aumento da área de eucalipto. Esta classe, pinheiro-bravo em fase de nascedio ou novedio vai ser sempre igualmente prejudicada, quer arda com $t=0$ (instalação) ou $t=15$ (fim da fase novedio). Seriam precisos intervalos de recorrência superiores a 15 anos para verificar a ocorrência de aumento da área de pinheiro-bravo.

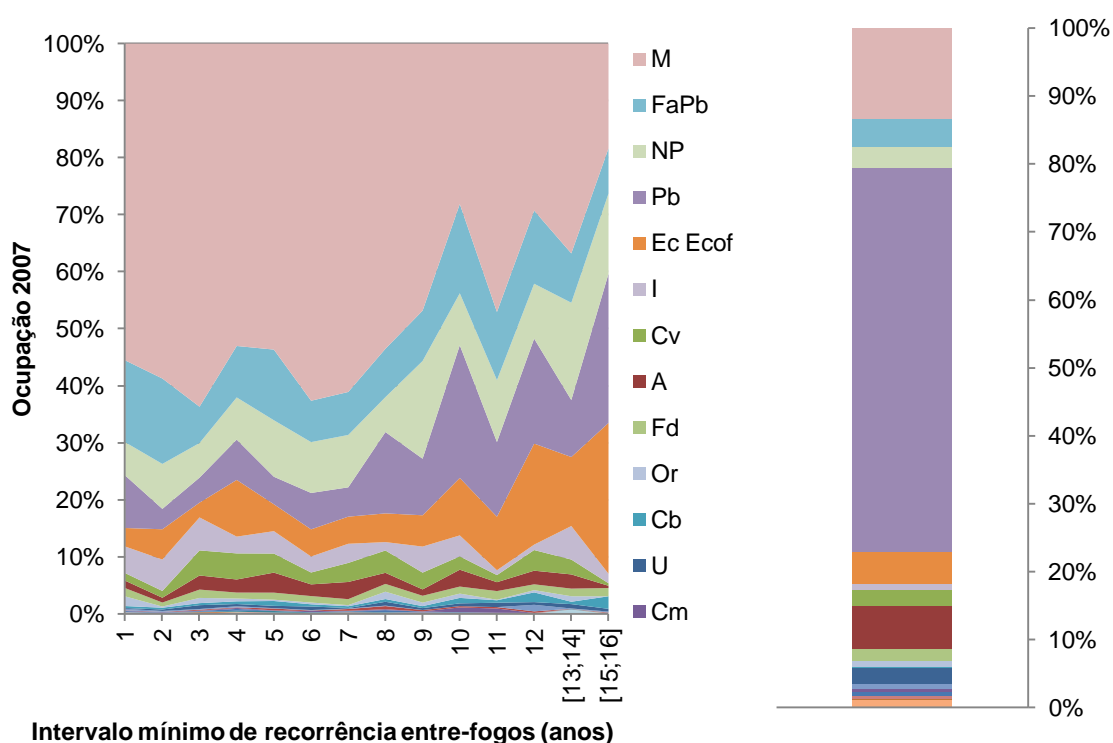


Gráfico 4- Distribuição da Ocupação do Solo (2007) em função do MinIR para Código 2 – PbN (Fase de nascedio e novedio [0; 15] anos em '70). Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.

Os povoamentos jovens não possuem estratégias do tipo **C** e **W**. Respetivamente, bradisporia e capacidade de resistir aos incêndios. Estão dependentes de mecanismos ou estratégias do tipo **D** – dispersão de propágulo. Como referimos anteriormente, este mecanismo no pinheiro-bravo é pouco significativo. Terá impacto na ordem das centenas de metros (Correia *et al.*, 2007), caso existam povoamentos não ardidos de bordadura ao perímetro da área ardida.

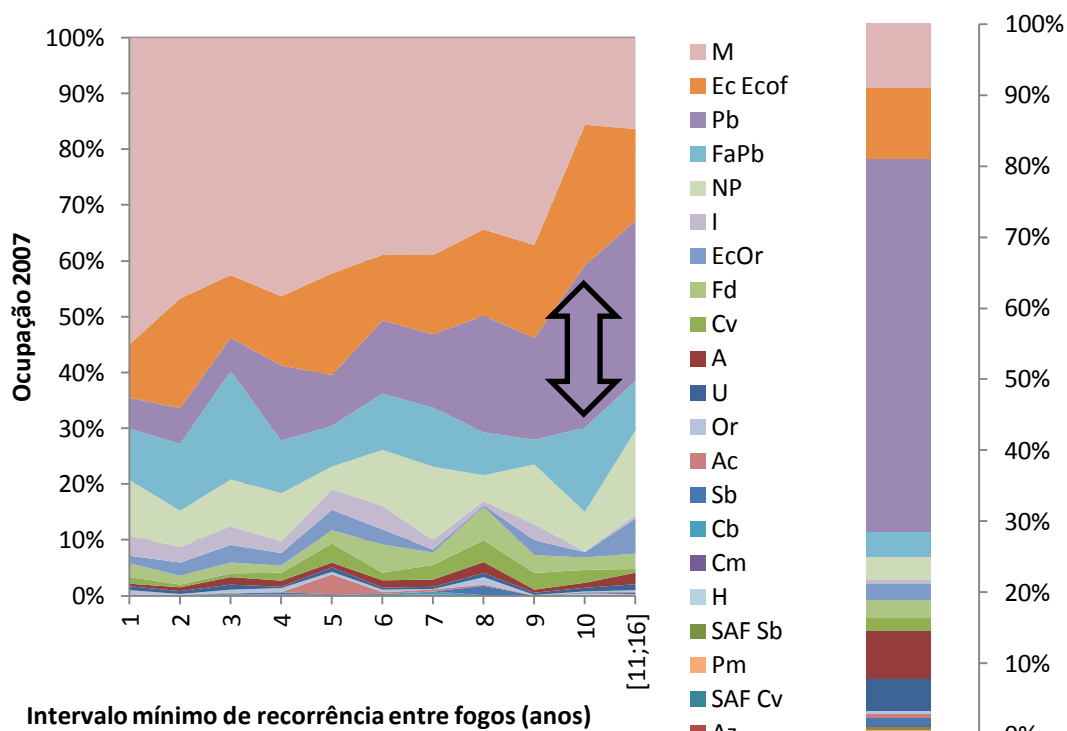


Gráfico 5 - Distribuição da Ocupação do Solo (2007) em função do MinIR para Código 3 – PbB
(Fase de bastio [15; 30] anos em '70). Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.

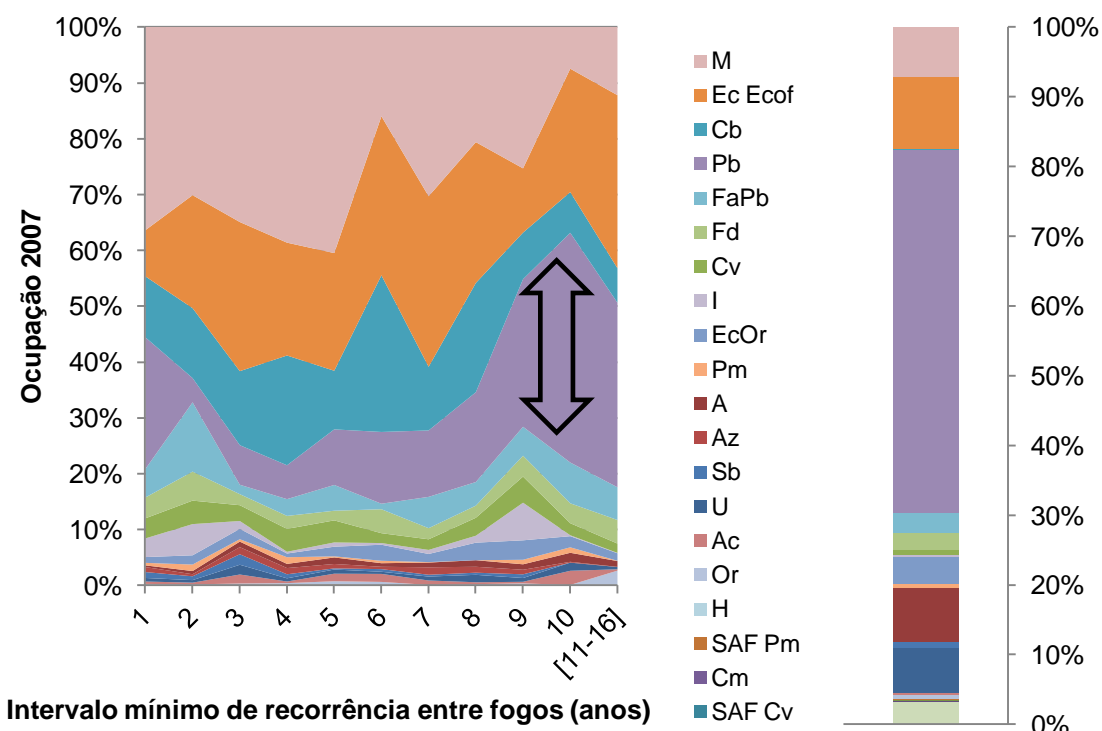
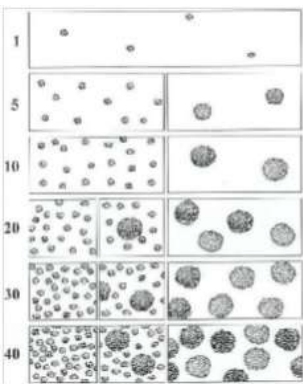
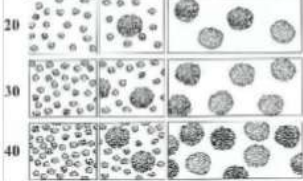
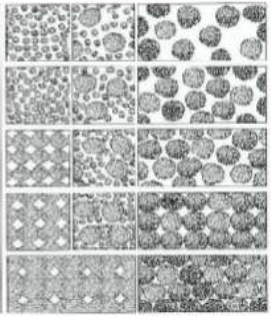
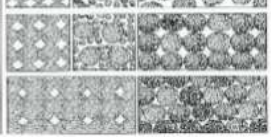


Gráfico 6- Distribuição da Ocupação do Solo (2007) em função do MinIR para Código 4 – PbFAf
(Fase de fustadio e alto-fuste [30; ∞] em '70). Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.

Nos povoamentos adultos (idade superior a 15 anos em 1970: gráfico 5 - Fase Bastio e 6 – Fase Fustadio e Alto-fuste) ocorre uma recuperação, aos 10 anos. Segundo (Maugé & Forestier, 1987), como já foi referido, os indivíduos vigorosos de *Pinus pinaster* florescem aos 7 ou 8 anos de idade, tornando-se a floração regular a partir dos 10-15 anos. (Correia *et al.*, 2007). Poderá deduzir-se destes resultados que a idade de floração no Pinheiro-bravo constitui um atributo vital (tipo **C**), dependendo do seu valor ser superior 10 anos para que haja maior probabilidade de ocorrer a recuperação do povoamento. O fenómeno que ocorre nestes povoamentos, não se verifica no gráfico 4 – Fase Nascedio e Novedio (idade inferior a 15 anos). Nos povoamentos que em 1970 tinham idade superior a 15 anos, indivíduos adultos poderão ter contribuído inicialmente com aporte extra de sementes, por via da bradisporia ou deiscência térmica.

6.3.2.2 Povoamentos puros irregulares

Os povoamentos irregulares estão divididos em 4 grupos de acordo com a percentagem de coberto.

		Código	Área de ocupação (%)
	1	5	10 e 40
	5	6	40 a 70
	10	7	Superior a 70
	20	9	Bosquetes
	30		
	40		
	50		
	60		
	70		
	80		
	90		

Quadro 12 - Povoamentos irregulares de pinheiro-bravo (Percentagem de coberto arbóreo)

Fonte: (AFN, 2012)

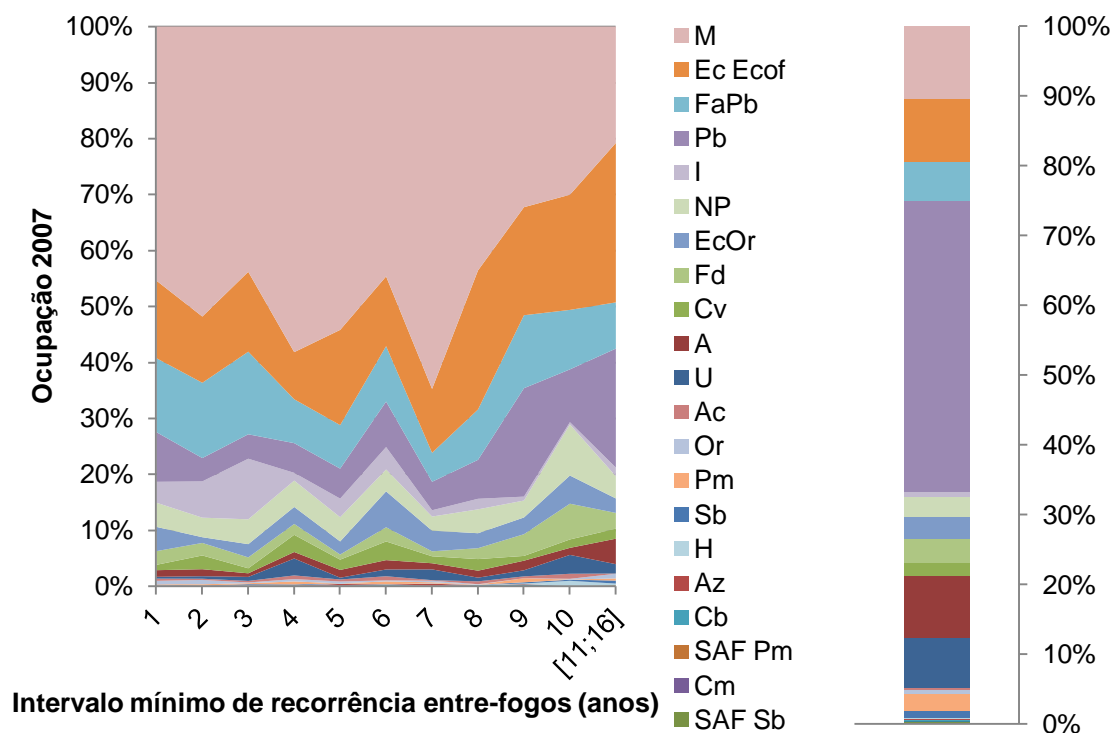


Gráfico 7- Distribuição da Ocupação do Solo (2007) em função do MinIR para Código 5 – Pb10a40. Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.

Nos povoamentos de pinheiro-bravo agrupados no Código 5 verifica-se um aumento pouco acentuado da área de pinheiro-bravo reportada aos anos 2004-06, em função dos intervalos mínimos de recorrência. Apesar disso, a partir dos 8-9 anos, verifica-se a diminuição da área de mato, por via do aumento da área de eucalipto e outras folhosas. As folhosas, pelo facto de se reproduzirem vegetativamente, têm uma maior capacidade de recuperação após incêndio.

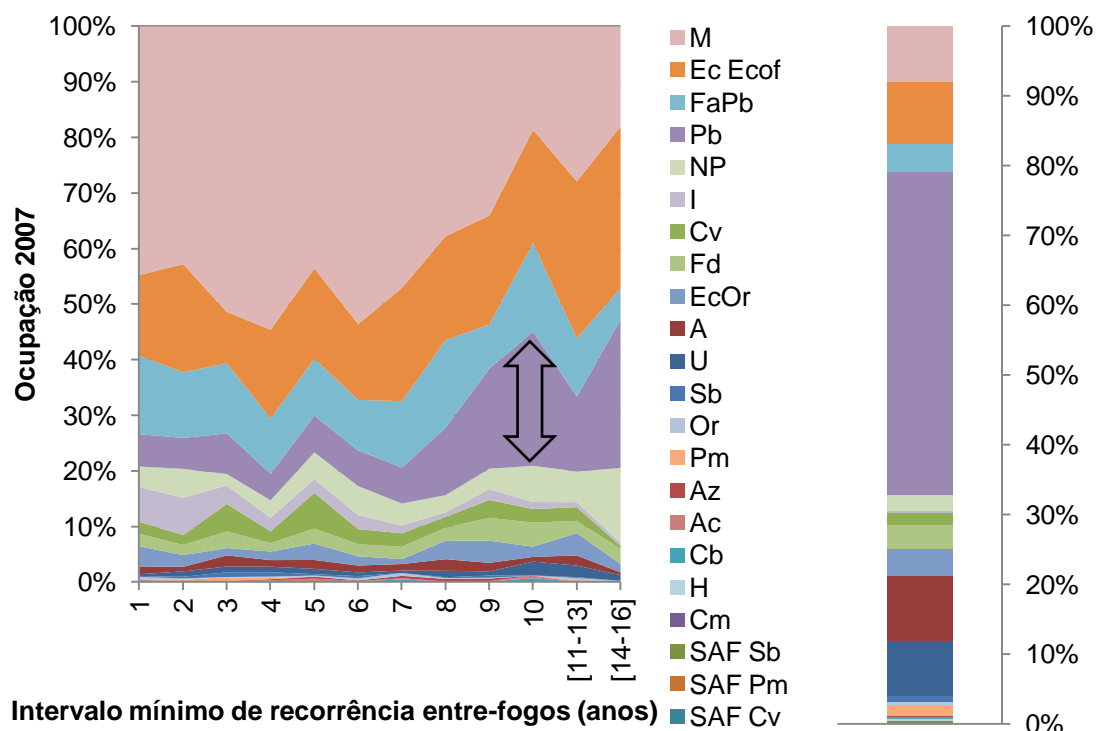


Gráfico 8 - Distribuição da Ocupação do Solo (2007) em função do MinIR para Código 6 – Pb40a70. Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.

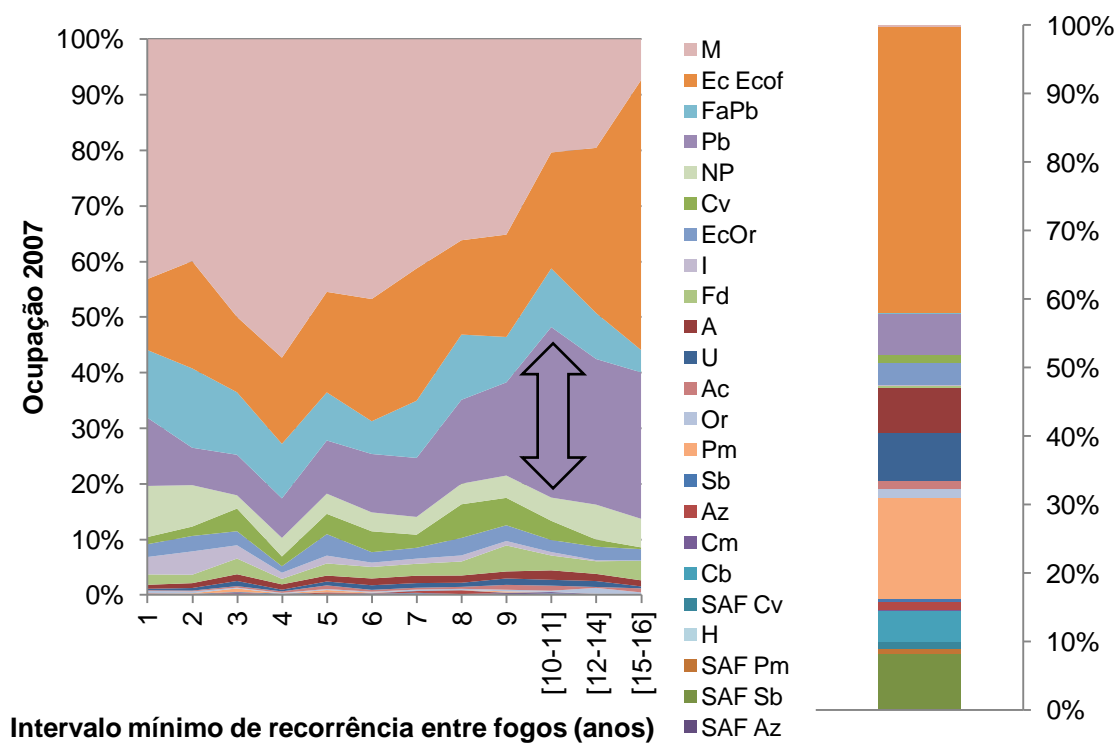


Gráfico 9 - Distribuição da Ocupação do Solo (2007) em função do MinIR para Código 7 – Pb70a100. Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.

Para o Código 6 e 7 (gráficos 8 e 9) com densidades de coberto arbóreo superiores a 40%, verifica-se desde cedo, logo aos 9 anos, um incremento da área de pinheiro-bravo em detrimento da área de mato. Sendo, povoamentos irregular densos, os indivíduos adultos, poderão contribuir através de mecanismos do Tipo **C** e **W**.

Pela análise do gráfico 9 – povoamentos com coberto arbóreo superior a 70%, que transitaram para eucalipto em cerca de 60% das áreas não ardidas, o aumento da área de pinheiro-bravo aos 9-10 anos e a sua diminuição aos 12-14 anos, poderá ser explicado pelo efeito de reflorestação com eucalipto?

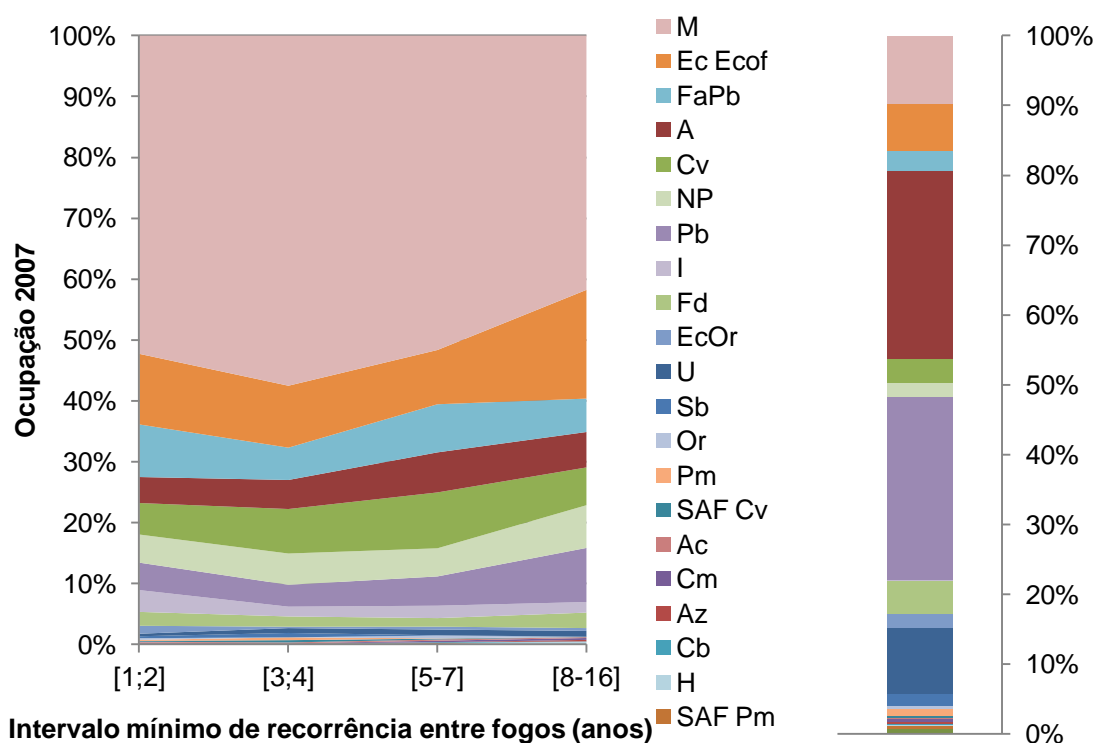


Gráfico 10 - Distribuição da OS (2007) em função do MinLR para os bosquetes (Código 9). Comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas.

O Gráfico 10 refere-se ao código 9, a esta classe de pinheiro-bravo, correspondem bosquetes de pinheiro-bravo puro irregular. Devido à menor área associada aos dados, tivemos que apresentar estes dados em função de intervalos de anos. Pela observação do gráfico da direita das áreas não ardidas, por aumentar a área de agricultura e territórios artificializados, deduzo que estes bosquetes se situariam nas imediações de terrenos agrícolas e tecido urbano. Independentemente do intervalo mínimo de recorrência, estas áreas passaram a matos em cerca de metade da área que era inicialmente de pinheiro-bravo.

Na figura 6 encontra-se esquematizada a dinâmica da evolução dos povoamentos puros, estes povoamentos incluem os seguintes grupos analisados: Povoamentos regulares - Códigos 2, 3 e 4, a que correspondem os gráficos 4, 5 e 6 respetivamente e povoamentos irregulares - Códigos 5, 6, 7 e 9, a que correspondem os gráficos 7, 8, 9 e 10 respetivamente. A dimensão das caixas é função das percentagens relativas de cada ocupação e pretende evidenciar a influência dos incêndios na determinação na sucessão ecológica dos povoamentos de pinheiro-bravo. Neste esquema (figura 6) podemos verificar que os povoamentos puros de pinheiro-bravo da década de '70, quando sujeitos a incêndios tendencialmente evoluem para áreas de mato em 38% da área, enquanto nas áreas não ardidas apenas 8% passam a áreas de mato. Nas áreas não ardidas o pinheiro-bravo permanece em 55% da área (52% Pb e 3% FaPb) e nas áreas ardidas permanece em 28% da área (16% Pb e 12% FaPb). A percentagem de Eucalipto é de 17 % e 13%, respetivamente nas áreas ardidas e não ardidas.

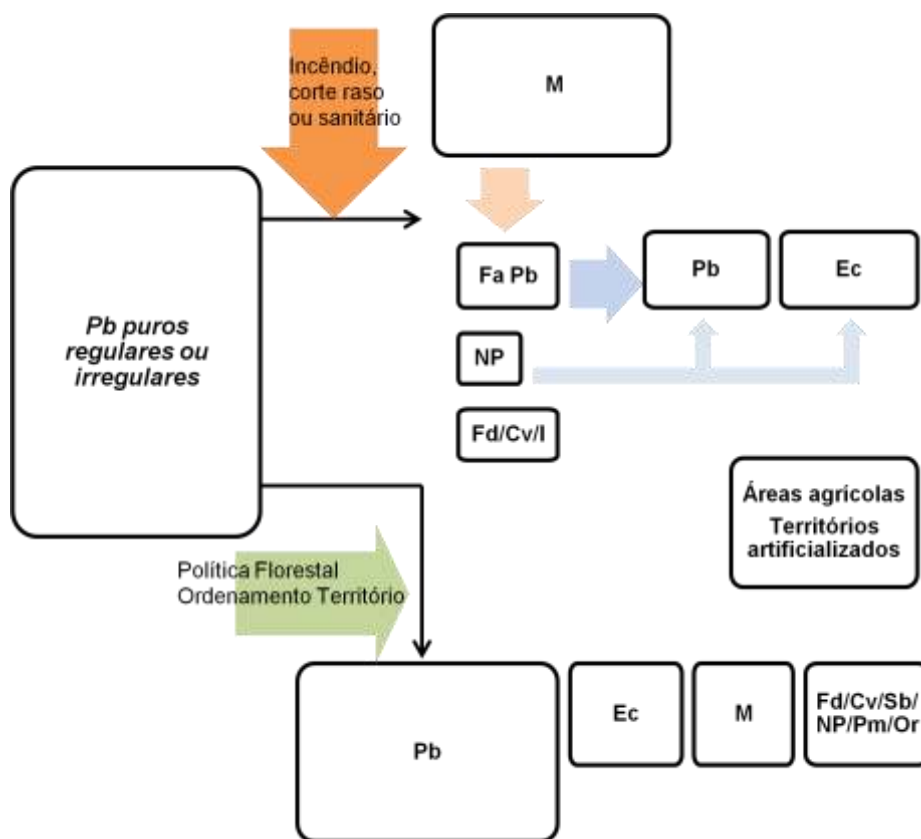


Figura 6 - Dinâmica da evolução das florestas puras de pinheiro-bravo

Pela observação conjunta dos gráficos 2 a 10 e figura 6, a transição $Pb \Rightarrow Pb$, nas áreas ardidas, será favorecida em situações em que os intervalos de recorrência entre incêndios sejam superiores a 8 – 10 anos e número de incêndios seja inferior ou igual a 2. Nestes casos, ocorre uma maior probabilidade de recuperação dos povoamentos.

6.3.2.3 Povoamentos mistos

Analisando os dados referentes aos povoamentos mistos, código 1 (PbE) e código 8 (PbX), obtivemos a seguinte distribuição pelas diversas classes da COS'07 a que se refere o Quadro 7.

O quadro 13 reflete a tendência das espécies folhosas dominadas se tornarem dominantes ou distribuírem-se por povoamentos puros.

PBE	ÁREA NÃO ARDIDA		ÁREA ARDIDA		ÁREA TOTAL ha
	ha	%	ha	%	
PBE ⇒ Pb	40729	33	6028	13	46757
PBE ⇒ Ec Ecof	28680	23	22644	47	51324
PBE ⇒ EcOr	15225	12	4264	9	19489
PBE ⇒ U	13367	11	1155	2	14522
PBE ⇒ A	8651	7	907	2	9557
PBE ⇒ M	4579	4	5011	11	9590
PBE ⇒ NP	4249	3	4889	10	9138
PBE ⇒ Fd	3559	3	962	2	4521
PBE ⇒ FaPb	1303	1	1147	2	2450
PBE ⇒ Cv	529	0	144	0	672
PBE ⇒ H	340	0	47	0	387
PBE ⇒ Or	284	0	86	0	371
PBE ⇒ Pm	222	0	21	0	243
PBE ⇒ Sb	213	0	59	0	272
PBE ⇒ Ac	199	0	140	0	339
PBE ⇒ I	184	0	150	0	333
PBE ⇒ SAF Pm	37	0	3	0	40
PBE ⇒ SAF Sb	35	0	2	0	38
PBE ⇒ Cb	14	0	10	0	24
PBE ⇒ Az	9	0	5	0	14
PBE ⇒ SAF Cv	5	0	0	0	5
PBE ⇒ Cm	2	0	0	0	2
PBE ⇒ SAF Az	0	0	0	0	0
					170090

PbX	ÁREA NÃO ARDIDA		ÁREA ARDIDA		ÁREA TOTAL ha
	ha	%	ha	%	
PbX ⇒ Pb	12505	29	2137	10	14642
PbX ⇒ A	4562	11	801	4	5365
PbX ⇒ Sb	3829	9	798	4	4627
PbX ⇒ Ec Ecof	3416	8	2419	12	5835
PbX ⇒ Pm	3272	8	167	1	3439
PbX ⇒ M	2635	6	5996	29	8631
PbX ⇒ Fd	2618	6	1179	6	3797
PbX ⇒ U	2490	6	184	1	2674
PbX ⇒ Cv	2454	6	2983	14	5436
PbX ⇒ FaPb	1156	3	2348	11	3504
PbX ⇒ NP	1082	2	882	4	1963
PbX ⇒ EcOr	849	2	323	2	1173
PbX ⇒ SAF Sb	827	2	31	0	858
PbX ⇒ Or	618	1	89	0	707
PbX ⇒ SAF Pm	286	1	12	0	297
PbX ⇒ Ac	263	1	97	0	360
PbX ⇒ Cb	164	0	119	1	282
PbX ⇒ Az	131	0	124	1	255
PbX ⇒ I	121	0	231	1	351
PbX ⇒ H	65	0	22	0	87
PbX ⇒ SAF Cv	36	0	53	0	93
PbX ⇒ Cm	29	0	14	0	41
PbX ⇒ SAF Az	28	0	18	0	46
					64464

Quadro 13 - Transição povoamentos mistos (PbE e PbX)

Nas áreas que existiam povoamentos de pinheiro-bravo x eucalipto (PbE) na década de 70, onde não ocorreram incêndios passaram 35% a eucalipto e 33% permaneceram pinheiro-bravo, por outro lado nas áreas ardidas, esta tipologia de povoamentos passaram 56% a eucalipto e apenas 13% permaneceram pinheiro-bravo. Esta dinâmica da evolução dos povoamentos mistos (PbE) apresenta-se esquematizada na figura 7, onde podemos verificar que a percentagem de matos, quer na área não ardida (4%), quer na ardida (11%) é fracamente menos significativa do que nos povoamentos puros de pinheiro-bravo (figura 6) em que o mato nas áreas ardidas representava 38% e 8% para as áreas não ardidas, assim como nos casos dos povoamentos mistos (figura 8) onde representa

29% nas áreas ardidas e 6% nas áreas não ardidas. O tamanho das caixas reflete a percentagem da ocupação.

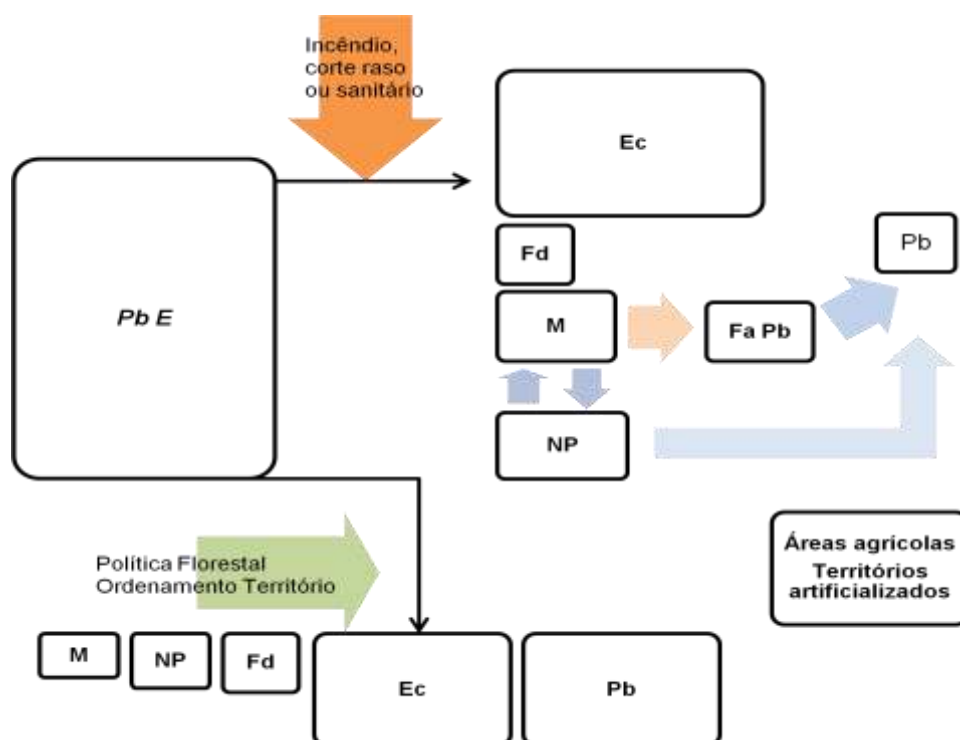


Figura 7 - Dinâmica da evolução das florestas mistas de pinheiro-bravo com eucalipto (PbE)

Nas áreas de florestas mistas PbX, não ardidas, verificou-se uma percentagem 32% da área manteve ocupação de pinheiro-bravo (29%Pb + 3%FaPb), 34% de outras espécies folhosas, tornaram dominantes e 9 % de pinheiro-manso. Nas áreas ardidas verifica-se que o pinheiro-bravo diminui a sua área para 22% (10%Pb + 11%FaPb), as folhosas contabilizam um total de 40% e o pinheiro-manso apenas 1%. A área de mato passou de 6% nas áreas não ardidas para 29% nas ardidas. Podemos esquematizar estas transições através da figura 8. Pela observação da figura 8, destaca-se que nas áreas ardidas 21% dos povoamentos de pinheiro-bravo mistos passam a puros e 29 % da área passa a mato, sendo que 40 % passam a ser ocupados por espécies folhosas (14% eucalipto, 14% carvalhos, 6% outras folhosas, 4% sobreiro, 1% castanheiro em talhadia e 1% azinheira).

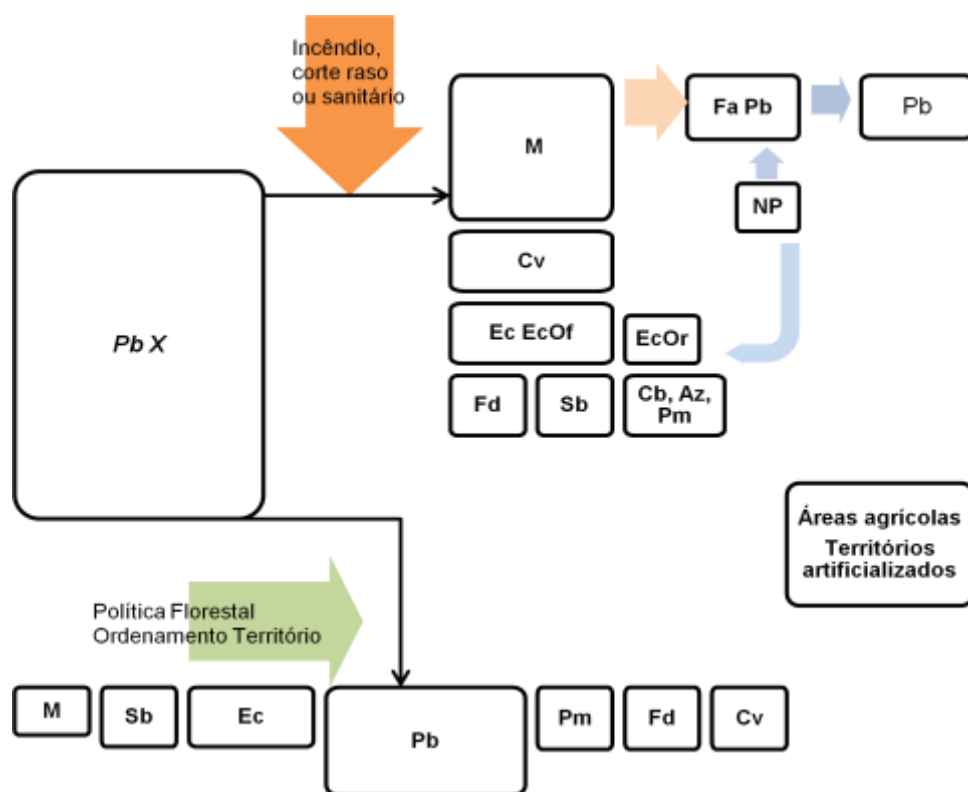


Figura 8 - Dinâmica da evolução das florestas mistas de pinheiro-bravo (PbX)

No estudo de Torres *et al.* (2016), numa floresta localizada em Espanha (província de Guadajajara), resultante da regeneração pós-incêndio de *Pinus pinaster*, com sob-coberto esparso de *Quercus pyrenaica* Willd, o incêndio mediatizou uma mudança de tipo de floresta para outro. Cerca de 1/3 das áreas dominadas por pinheiro-bravo tornaram-se dominadas por carvalho-negral, outro 1/3 permaneceu *Pinus* e a área restante foi composta por uma mistura das duas espécies. A densidade de regeneração de *P. pinaster* aumentou com o aumento da biomassa presente na situação pré-incêndio, densidades de árvores pequenas a médias (classes diâmetro à altura do peito 10 a 20cm), cobertura rochosa e humidade, por oposição diminuía com o aumento da altitude, orientação norte, severidade do incêndio e densidade de *Quercus* antes do incêndio, entre outras variáveis. O coberto de *Quercus* antes do incêndio, seguida da biomassa foram os melhores indicadores para uma maior densidade no pós-incêndio.

Com vista a explorar uma possível correlação entre a espécie dominada e a que se tornou dominante após incêndio. Fizemos uma análise dos dados com a legenda detalhada do IFN70.

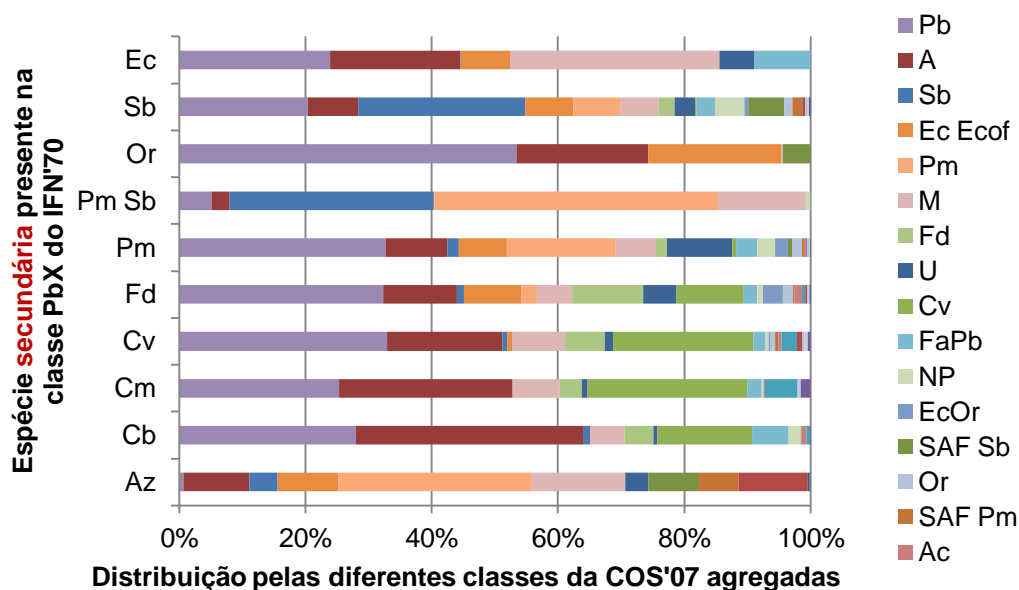


Gráfico 11 – Transição dos povoamentos PbX (IFN70) nas áreas não ardidas.

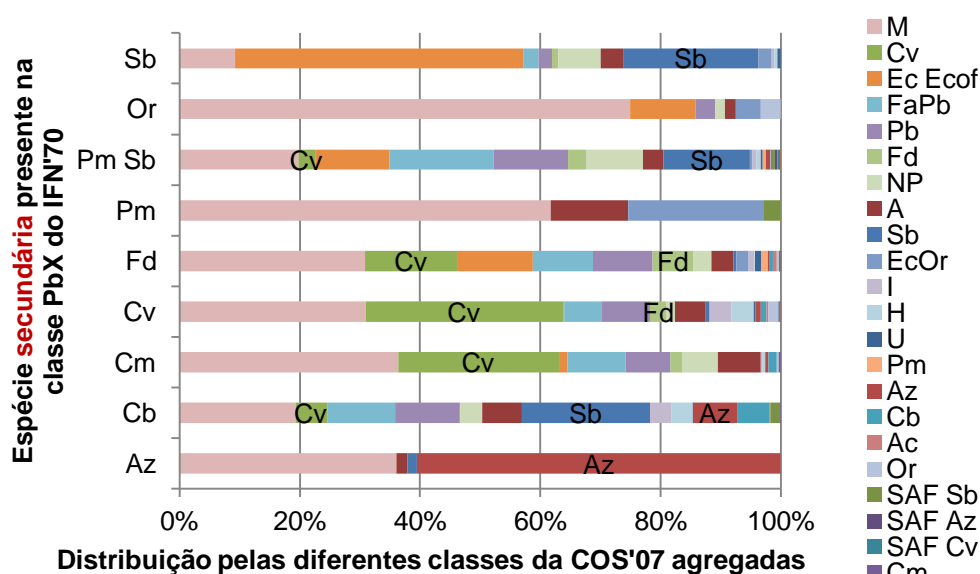


Gráfico 12 - Transição dos povoamentos PbX (IFN70) nas áreas ardidas

Pela observação do Gráfico 11 e 12 podemos constatar que, principalmente, nos povoamentos em que a azinheira e os outros carvalhos eram espécies secundárias, nas áreas ardidas tornam-se na espécie principal do povoamento. Além disso, é evidente na generalidade dos povoamentos a área de mato, como a maior percentagem nas áreas ardidas.

Desta análise para os povoamentos mistos de Pinheiro-bravo e eucalipto, podemos elaborar o gráfico 13, que passamos a ilustrar.

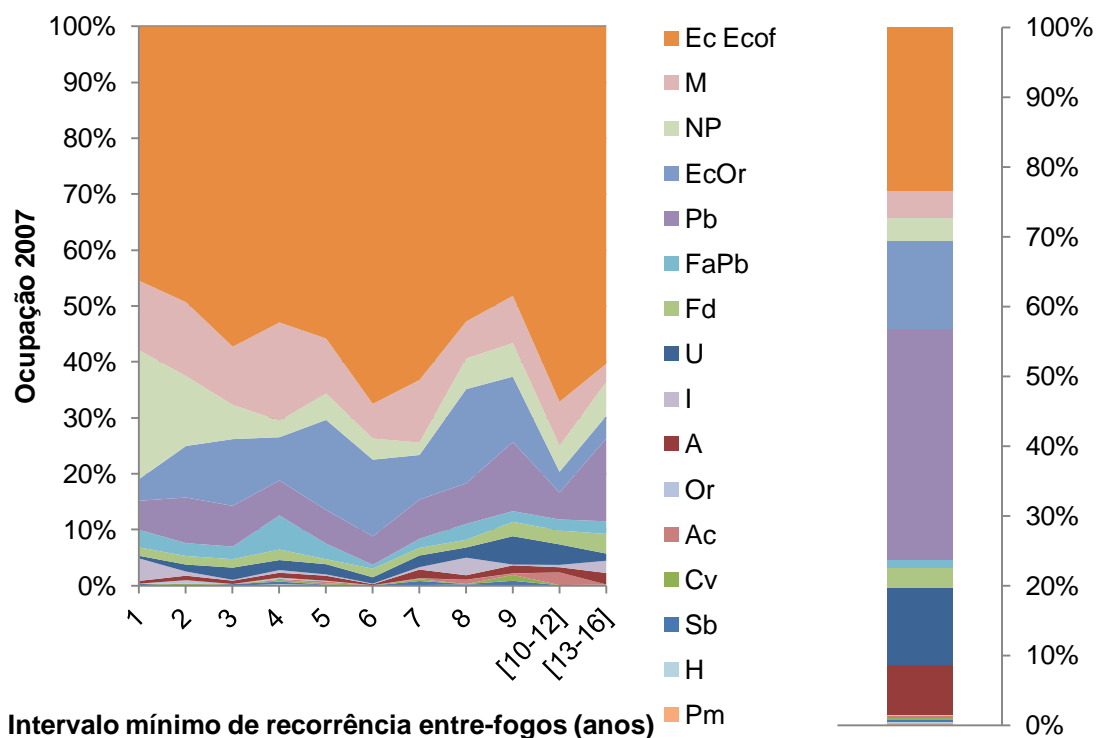


Gráfico 13 - Distribuição da OS (2007) em função do MinIR para Código 1 – PbE (comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas).

Como constatamos anteriormente para as áreas não ardidas (Count=0), as florestas mistas de pinheiro-bravo com eucalipto evoluíram quer para eucalipto (35%), quer para pinheiro-bravo (34%). Quando sujeitas a incêndios (Count>0), evoluem em metade dos casos (56%) para florestas de eucalipto. Quando ocorrem incêndios, independentemente da idade do povoamento, traduzida aqui em intervalos mínimos de recorrência entre incêndios, a tendência é as florestas mistas de pinheiro-bravo dominante com eucalipto darem lugar a florestas onde domina o eucalipto. O eucalipto está bastante adaptado ao fogo e poucas semanas após um incêndio, começam a regenerar, sobretudo na base, mas também ao longo do tronco e por vezes até ao topo da copa. Sendo uma espécie de crescimento rápido, recupera bastante mais depressa após o fogo do que a maior parte das espécies autóctones (Catry *et al.*, 2007). Ao longo dos diversos intervalo mínimos de recorrência entre incêndios, a área de eucalipto mantêm-se sempre acima dos 40%. A área de pinheiro-bravo aumenta ligeiramente a partir dos 10 anos e a de eucalipto com resinosas diminui. Isto poderá significar, que a probabilidade de permanência do pinheiro-bravo (como espécie secundária neste caso) quando o povoamento tem idade superior a 10-15 anos (bastio) é superior. Nesta idade a espessura da casca é superior a 1,25cm (Fernandes *et al.*, 2005; Fernandes & Rigolot, 2007) e como foi dito anteriormente, é a partir desta idade que floração se torna regular (Correia, A. *et al.*, 2007).

Quando uma Floresta mista de Pinheiro-bravo com outras folhosas arde, e o pinheiro-bravo ainda não atingiu a maturidade para repor os propágulos disponíveis, esta situação favorece as folho-

sas (Cv, Sb, Of) que agem com mecanismos do tipo **VT**, sendo que, neste caso o Pinheiro-bravo estará dependente dos povoamentos de bordadura (mecanismo do tipo **DI**).

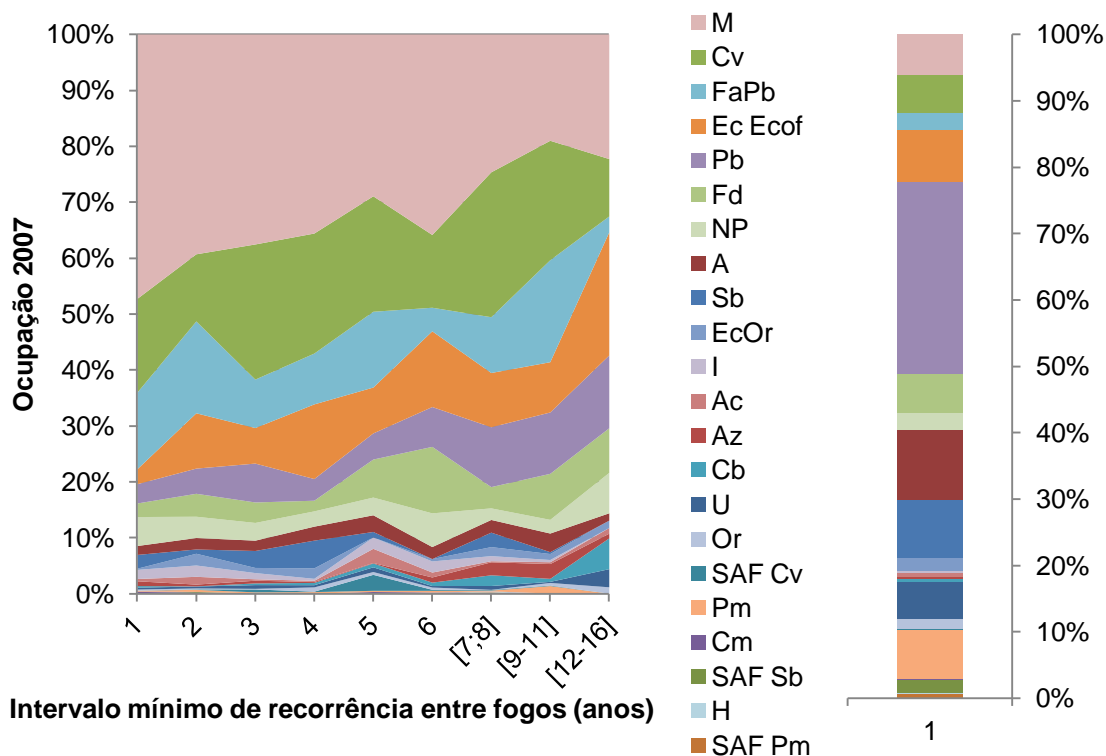


Gráfico 14 - Distribuição da OS (2007) em função do MinIR para Código 8 – PbX (comparação com a mesma classe nas áreas não ardidas).

Analisando o gráfico 14, verificamos que a área de floresta, face às áreas de mato vai aumentando gradualmente à medida que temos intervalos mínimos de recorrência cada vez maiores.

7 CONCLUSÃO

Pela análise da totalidade dos dados, verificou-se que surge um aumento da área de pinheiro-bravo quando o intervalo mínimo de recorrência entre incêndios se encontra entre os 8-10 anos, sendo que a sua percentagem de ocupação relativamente às restantes vai aumentando até aos 15 anos, ficando a área de mato reduzida para menos de 20 por cento. Por conseguinte, podemos conjecturar sobre a presença de dois atributos vitais. O primeiro será o atributo DI (m)=8-10 anos, sendo a estratégia D (D=C&D), o cumulativo de dois mecanismos: mecanismo do tipo C – após um fogo de copas presença de pinhas serotinas e/ou mecanismo do tipo D - própágulos provenientes de povoamentos de bordadura ou árvores não queimadas. Letra I – traduz o padrão de colonização da espécie, espécie pioneira, intolerante ao ensombramento e Letra m – trata-se do acontecimento crítico ou limitante. Isto é, a idade em que a espécie atinge a maturidade, ou seja, consegue produzir propágulos, aumentando as suas hipóteses de sobrevivência no pós-incêndio. O segundo mecanismo

que poderá explicar os resultados obtidos será o $W=15$ anos, relativo ao mecanismo do tipo W – os adultos conseguem persistir devido a uma característica que os diferencia dos indivíduos jovens, no caso do pinheiro-bravo, devido à espessura da casca (superior a 1,25 cm aos 15 anos, com diâmetro à altura do peito de cerca de 20cm – quadro 5) que aumenta a resistência dos indivíduos numa situação de incêndio de baixa a média severidade. Estes dois mecanismos $\Delta=D+W$, quando juntos aumentam cumulativamente as hipóteses de permanência e recuperação até à maturidade do pinheiro-bravo.

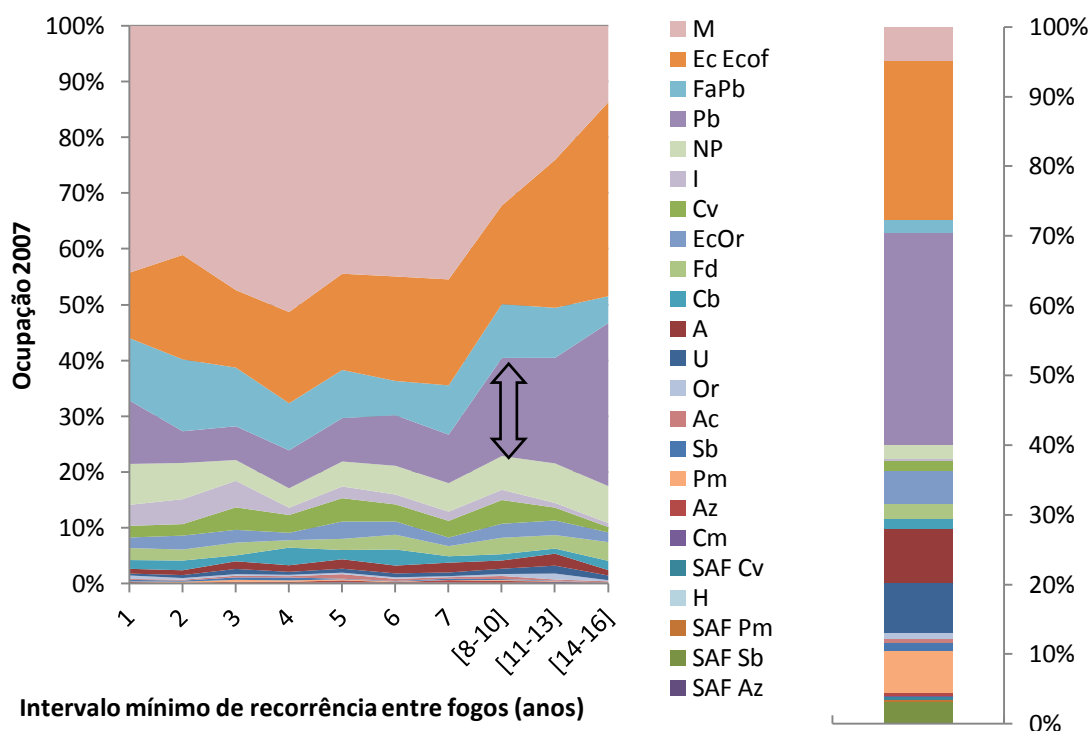


Gráfico 15 - Resumo Total - Distribuição da OS (2007) em função do MinIR

No Estudo Prospetivo para o setor florestal realizado pela Associação para a Competitividade da Indústria da Fileira Florestal [AIFF] (2013), que incluiu recolha de informação junto de instituições públicas e privadas, foi balizada a idade determinante para recuperação após incêndio aos 17 anos. Um dos pressupostos implementados para o pinheiro-bravo no simulador, neste estudo, foi que nas áreas ardidas distinguiram-se os povoamentos abaixo e acima da idade de se conseguirem regenerar (17 anos). Nos povoamentos com idade inferior a 17 anos, considerou-se que 25% dos povoamentos ardidos, em cada ano simulado, eram cortados e deixavam de ser pinheiro bravo e 75% dos povoamentos ardidos passavam a área sem gestão. Nos povoamentos com idade superior a 17 anos considerou-se que, em 10% dos povoamentos ardidos, o crescimento não tinha sido afetado e que 90% dos povoamentos ardidos eram cortados originando novos povoamentos por regeneração natural (Associação para a Competitividade da Indústria da Fileira Florestal [AIFF], 2013).

Em Tapias et al. (2004), estudo que analisou com recurso a parcelas de amostragem, pinheiro-bravo provenientes da região de Leiria (Portugal), concluiu que de entre os grupos ecológicos anali-

sados, este seria o que apresentava uma maior espessura de casca (23,63mm) e por outro lado não apresentava pinhas serotinas. Devido ao regime de fogo pouco frequente ou de baixa intensidade, aliado ao substrato arenoso, com vegetação arbustiva baixa, faz com que o fator limitante seja o mecanismo do tipo W, ou seja, a espessura de casca que será atingida aos 15/17 anos de idade. No entanto, em povoamentos sujeitos a fogos frequentes e de copas, prevê-se que haja predominância de grupos ecológicos com maior percentagem de pinhas serotinas, onde poderá prever-se a recuperação dos povoamentos numa idade mais jovem, com 8 – 10 anos.

7.1 Fontes de incerteza

Quando demos início a este estudo verificamos que nem todas as áreas de pinheiro-bravo podiam ser classificadas quanto à sua faixa etária, apenas para os povoamentos regulares se poderia estimar a idade na qual ardeu a primeira vez. Assim, a solução encontrada passou por eliminar o primeiro intervalo de recorrência entre incêndios, partindo assim da análise dos casos em que o número de incêndios fosse superior a 1 (Count >1). Esta simplificação, fez com que deixássemos de fora um enorme volume de dados que poderia ter sido útil na análise. Porém, conscientes das limitações, analisamos apenas cerca de 23% da área ardida entre 1975 a 2006, nas áreas iniciais de pinheiro-bravo. Isto é, nas áreas onde existia pinheiro-bravo na década de 70.

Código	Sigla	AREA (ha)					% Dados utilizados da área ardida
		Estudo (Count> 1)	Não ardida (Count =0)	Ardida (Count> 0)	Ardida 1 x (Count=1)	TOTAL	
1	PbE	16880	122415	47675	30795	170090	35
2	PbN	54374	60105	94516	40141	154620	58
3	PbB	17695	36673	37835	20140	74508	47
4	PbFAf	36055	101199	87996	51941	189195	41
5	Pb10a40	15069	18978	25978	10909	44956	58
6	Pb40a70	24439	45615	46734	22295	92349	52
7	Pb70a100	118942	234188	249253	130311	483441	48
8	PbX	9541	43434	21029	11488	64464	45
9	Pb	1804	12637	4456	2651	17092	40
		294800	675243	615472	320672	1290715	23

Quadro 14 - Volume de dados analisados pelos 9 códigos usados

O fato de termos eliminado da análise o 1º intervalo de recorrência, faz com que tenhamos que partir de um pressuposto que poderá em alguns casos estar errado. Partimos do pressuposto que este primeiro incêndio não inviabilizou a perpetuação do pinheiro-bravo. Fernandes, P. et al.

(2015) refere que as manchas sobreviventes a um primeiro incêndio, persistem sob um regime de fogo frequente. Sendo assim, a idade do povoamento no fim de cada intervalo de recorrência traduz a idade do povoamento.

Outra das possíveis fontes de erro, é a localização do mínimo intervalo de recorrência na janela de tempo analisada. Não sabemos se esse intervalo mínimo se reporta a uma data próxima de 1975 ou pelo contrário perto de 2006. Caso seja perto de 1975, o fato de em 2007 ter sido detetado a existência de pinheiro-bravo, não significa que a sua perpetuação não se possa ter devido a uma nova plantação/semeeira. Se por outro lado, o intervalo é perto de 2007, resultante de um incêndio em 2003 ou 2005, não significa que o fato de ser mato, se deva a este intervalo de recorrência em específico, mas outro incêndio anterior, logo o primeiro incêndio poderá ter esgotado o banco de sementes e/ou morto os indivíduos. Esta simplificação, que origina fonte de erro, poderá se encontrar diluída no total dos dados, mas uma análise do mínimo intervalo de recorrência e data correspondente poderia ser útil.

Este pressuposto de que a ocupação do IFN70 é teoricamente mantida até ao início do intervalo de recorrência mínimo, faz com que a análise dos resultados deste estudo tenha que ter a ressalva de que estamos a trabalhar com dados grosseiros, pelo que qualquer dedução não poderá ser tida como rigorosa.

Logo à partida, vejo a necessidade de um estudo posterior ser feito com dados em que se possam analisar intervalos de recorrência de 20, 30 ou até 50 anos (termo de explorabilidade da espécie) para poder analisar a sucessão completa das possíveis transições ocorridas.

Para um estudo mais rigoroso e detalhado, poderão ser analisados povoamentos provenientes das várias regiões de proveniência do pinheiro-bravo (RP I a VII e RPA-D), onde se tenham detetado através de análise espacial com uso da cartografia das áreas ardidas que arderam nos últimos anos. Eventualmente usar fotografia aérea referente aos anos anteriores para averiguar a existência de povoamentos vigorosos ou investigar historial de gestão dos povoamentos, caso haja essa informação disponível. Analisar também outras áreas não ardidas com povoamentos de pinheiro-bravo para avaliar a presença ou não de pinhas serotinas. À semelhança do estudo de Tapias *et al.* (2004) sugere-se a medição dos seguintes atributos: espessura da casca nos 4 pontos cardeais à altura de 1,30m, nº de pinhas abertas e fechadas na copa, altura e diâmetro à altura do peito. A percentagem de árvores serotinas é calculada como o nº de árvores com pinhas serotinas dividida pelo total de árvores nas parcelas de amostragem. Posterior divisão em grupos funcionais, correlação entre a altura do sobcoberto presente, densidade e tipo de solo (arenoso ou não).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Agee J.K. (1998) Fire and pine ecosystems. In: Richardson D.M. (ed), Ecology and Biogeography of Pinus. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 193–218.
2. Aguiar, C., Capelo, J. & Catry, F. (2007) Distribuição dos pinhais em Portugal. In: Pinhais e eucaliptais: a floresta cultivada. J.S. Silva (Coord.). Coleção Árvores e Florestas de Portugal, 04. FLAD / Público / LPN, Lisboa, pp. 89-104. ISBN: 978-989-619-101-6.
3. Alves, A. M., Pereira, J. S., & Correia, A. V. (2012) Silvicultura - A gestão dos ecossistemas florestais. ISBN 978-972-31-1460-7 Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 597pp
4. Alves-da-Silva, A. A.M. & Reis, R. M. P. (2012) Digitalização de Cartografia Antiga de Coberto Florestal para Apoio à Avaliação da Dinâmica da Vegetação em Função de Incêndios Florestais, Revista Geonorte, 3(5), pp. 1415-1420.
5. Associação para a Competitividade da Indústria da Fileira Florestal (2013) Estudo prospetivo para o setor florestal - Relatório final, 297pp.
6. Autoridade Florestal Nacional (2009) Normas técnicas de elaboração de planos de gestão florestal. [pdf], 25 pp. Recuperado em 22 abril, 2017 de <http://www.icnf.pt/portal/florestas/gf/pgf/resource/>
7. Autoridade Florestal Nacional (2010) Apresentação do Relatório Final do 5º Inventário Florestal Nacional, Lisboa. Recuperado em 22 abril, 2017 de <http://www.icnf.pt/portal/florestas/ifn/resource/fich>
8. Autoridade Florestal Nacional (2012) IFN6 - Manual de fotointerpretação e classificação do uso/ocupação do solo de Portugal continental. [pdf], 73 pp.
9. Ayre, D. J., Ottewell, K. M., Krauss, S. L. & Whelan, R. J. (2009) Genetic structure of seedling cohorts following repeated wildfires in the fire-sensitive shrub *Persoonia mollis* ssp. *nectens*. Journal of Ecology, 97, pp.752–760 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01516.x>
10. Barreto, L. S. (2009) Growth, regeneration, and survival indices for tree species. Silva Lusitana, 17(1), pp. 83-95. ISSN 0870-6352, http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0870-63522009000100006&lng=en&tlng=en
11. Bond, W. J., & Van Wilden, B. W. (1996) Fire and plants (population series 14). Population and Community Biology Series, 263. ISBN: 978-94-010-7170-3. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-009-1499-5>
12. Bradstock, R. A. & Kenny, B.J. (2003) An application of plant functional types to fire management in a conservation reserve in southeastern Australia. Journal of Vegetation Science 14(3), pp. 345–354. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02160.x>
13. Bradstock, R. A. & Myerscough, P. J. (1988) The survival and population response to frequent fires of two woody resprouters *Banksia serrata* and *Isopogon anemonifolius*. Australian Journal of Botany 36, pp. 415–431. DOI: <https://doi.org/10.1071/BT9880415>
14. Burrows, N., Ward, B., & Robinson, A. (2000). Behaviour and some impacts of a large wildfire in the Gnaragara maritime pine (*Pinus pinaster*) plantation. CALMScience, 3(2), pp. 251-260.

https://www.researchgate.net/publication/285901993_Behaviour_and_some_impacts_of_a_large_wild_fire_in_the_Gnangara_maritime_pine_Pinus_pinaster_plantation_Western_Australia

15. Burrows, N. D., Wardell-Johnson, G., & Ward, B. (2008). Postfire juvenile periods of plants in south-west Western Australian forests and implications for fire management. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 91, pp. 163–174. [http://www.rswa.org.au/publications/Journal/91\(2\)/vol%2091%20pt%202%20163-174.pdf](http://www.rswa.org.au/publications/Journal/91(2)/vol%2091%20pt%202%20163-174.pdf)
16. Calvo, L., Santalla, S., Valbuena, L., Marcos, E., Tárrega, R., & Luis-Calabuig, E. (2008). Post-fire natural regeneration of a *Pinus pinaster* forest in NW Spain. *Plant Ecology*, 197(1), pp. 81-90. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11258-007-9362-1>
17. Castro, J., Bento, J. & Rego, F. (1990) Regeneration of *Pinus pinaster* forests after wildfire. In *Proceedings of the Third International Symposium on Fire Ecology*. Freiburg. p. 71-75. ISBN 90-5103-045-2
18. Catry, F., Bugalho, M., & Silva, J. (2007). Recuperação da floresta após o fogo. O caso da tapada nacional de Mafra. CEABN-ISA, Lisboa.
19. Catry, F.X., Rego, F., Moreira, F., Fernandes, P.M. & Pausas, J.G. (2010) Post-fire tree mortality in mixed forests of central Portugal, *Forest Ecology and Management*, 260 (7), pp1184-1192, ISSN 0378-1127. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.07.010>.
20. Cattellino, P.J., Noble, I.R., Slatyer, R.O. & Kessell, S.R. (1979) Predicting the multiple pathways of plant succession, *Environmental Management*, 3, 41. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF01867067>
21. Ceballos, L. & Ruiz de la Torre, J. (1971) *Arboles y Arbustos de la Espana Peninsular*. E.T.S.I. Montes. Madrid. 512 pp.
22. Correia A.V., Oliveira A.C. & Fabião A. (2007) *Biologia e ecologia do pinheiro-bravo*. In: *Pinhais e eucaliptais: a floresta cultivada*. J.S. Silva (Coord.). Coleção Árvores e Florestas de Portugal, 04. FLAD / Público / LPN, Lisboa, pp. 17-34. ISBN: 978-989-619-101-6
23. De Ronde, C. (1982) The resistance of *Pinus* species to fire damage. *South African Forestry Journal*, 122 (1), 22-27. <http://dx.doi.org/10.1080/00382167.1982.9628828>
24. Direcção-Geral dos Recursos Florestais (2001). *Inventário Florestal Nacional Portugal Continental 3ª Revisão, 1995-1998 Relatório Final*. Direcção de Serviços de Planeamento e Estatística – Projecto NEOLNV (PAMAF 1999.9.6911.7)
25. Direcção-Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas (1966). *Inventário Florestal Nacional do Norte do Tejo*. Lisboa.
26. Direcção- Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas (1966a). *Inventário Florestal Nacional do Sul do Tejo*. Lisboa.
27. Enright, N.J., Lamont, B.B. & Marsula, R. (1996) Canopy seed bank dynamics and optimum fire regime for the highly serotinous shrub *Banksia hookeriana*. *Journal of Ecology*, 84, pp. 9–17. DOI: <http://doi.org/10.2307/2261695>
28. Escudero, A., Núñez, Y., & Pérez-García, F. (2000) Is fire a selective force of seed size in pine species?, *Acta Oecologica*, 21 (4–5), pp. 245-256, ISSN 1146-609X. DOI: [http://doi.org/10.1016/S1146-609X\(00\)01083-3](http://doi.org/10.1016/S1146-609X(00)01083-3)

29. Escudero, A., Sanz, M. V., Pita, J. M., & Pérez-García, F. (1999). Probability of germination after heat treatment of native Spanish pines. *Annals of Forest Science*, 56 (6), pp. 511-520, <https://doi.org/10.1051/forest:19990608>
30. Eugenio, M., Verkaik, I., Lloret, F. & Espelta, J.M. (2006) Recruitment and growth in *Pinus halepensis* populations after recurrent wildfires in Catalonia (NE Iberian Peninsula). *Forest Ecology and Management*, 231, pp. 47–54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.05.007>
31. Fernandes, P.M. & Rigolot, E. (2007) The fire ecology and management of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.), *Forest Ecology and Management*, 241 (1–3), 30 March 2007, pp.1-13, ISSN 0378-1127. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2007.01.010>.
32. Fernandes, P., Antunes, A., Pinho, P., Máguas, C. & Correia, O. (2016). Natural regeneration of *Pinus pinaster* and *Eucalyptus globulus* from plantation into adjacent natural habitats, *Forest Ecology and Management*, 378, pp. 91-102, ISSN 0378-1127. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.07.027>.
33. Fernandes, P., Botelho, H. & Rego, F. (2005). A Piroecologia do Pinheiro Bravo. *Silva Lusitana*, 13(2), pp. 233-248. Recuperado em 24 de fevereiro de 2017, de <http://www.scielo.mec.pt/pdf/slu/v13n2/v13n2a07.pdf>
34. Fernandes, P.M., Fernandes, M.M. & Loureiro, C. (2015) Post-fire live residuals of maritime pine plantations in Portugal: Structure, burn severity, and fire recurrence, *Forest Ecology and Management*, 347, pp. 170-179, ISSN 0378-1127, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.023>
35. Ferrandis, P., Herranz, J.M. & Martínez-Sánchez, J.J. (1996). The role of soil seed bank in the early stages of plant recovery after fire in a *Pinus pinaster* forest in SE Spain. *Int. J. Wildland Fire* 6 (1), pp. 31–35. DOI: <https://doi.org/10.1071/WF9960031>
36. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2012). FRA 2015 - Terms and Definitions, Forest Resources Assessment Working Paper 180, Rome.
37. Franco, J. D. A. (1986). *Pinus L. Flora Iberica*. Vol. 1. Lycopodiaceae–Papaveraceae, 168-174. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid
38. Gauthier, S., Bergeron, Y., & Simon, J. P. (1993). Cone serotiny in jack pine: ontogenetic, positional, and environmental effects. *Canadian Journal of Forest Research*, 23(3), pp. 394-401. DOI: <https://doi.org/10.1139/x93-057>
39. Gauthier, S., Bergeron, Y., & Simon, J. P. (1996). Effects of fire regime on the serotiny level of jack pine. *Journal of Ecology*, 84(4), pp. 539–548. DOI: <https://doi.org/10.2307/2261476>
40. Gill, A. M. & McMahon, A. (1986). A post-fire chronosequence of cone, follicle and seed production in *Banksia ornata*. *Australian Journal of Botany* 34, pp. 425–433.
41. Gosper, C. R., Prober, S. M. & Yates, C. J. (2013) Estimating fire interval bounds using vital attributes: implications of uncertainty and among-population variability. *Ecological Applications*, 23, pp. 924–935. DOI: <http://dx.doi.org/10.1890/12-0621.1>
42. Hernández-Serrano, A., Verdú, M., González-Martínez, S. C., & Pausas, J. G. (2013). Fire structures pine serotiny at different scales. *American Journal of Botany*, 100(12), pp. 2349-2356. DOI: <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.1300182>
43. Herranz, J. M., De las Heras, J. & Martínez-Sánchez, J. J. (1991). Efecto de la orientación

sobre la recuperación de la vegetación natural tras el fuego en el valle del Río Tus Yeste, Albacete. *Ecología* 5, pp. 111-123.

44. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (2013). IFN6 - Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Resultados preliminares, [pdf], 34pp, Lisboa. Recuperado em 22 abril, 2017, de <http://www.icnf.pt/portal/florestas/ifn/resource/ficheiros/ifn/ifn6-res-prelimv1-1>
45. Instituto Geográfico Português (2009). Produção de uma Carta de Ocupação/Use do Solo de Portugal Continental (COS). (I. G. PORTUGUÊS, Ed.) Lisboa: Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, [pdf], 72pp, , Lisboa.
46. Instituto Geográfico Português (2010). Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007. Memória descritiva, 78pp.
47. Izhaki, I. & Ne'eman, G. (2000). Soil seed banks in Mediterranean pine forests. In: Ne'eman, G., Trabaud, L. (Eds.), *Ecology, Biogeography, and Management of Pinus halepensis and Pinus brutia forest ecosystems in the Mediterranean Basin*. Backhuys, Leiden, pp. 167–181.
48. Jackson, J. F., Adams, D. C., & Jackson, U. B. (1999). Allometry of constitutive defense: a model and a comparative test with tree bark and fire regime. *The American Naturalist*, 153(6), pp. 614-632. DOI: <https://doi.org/10.1086/303201>
49. Juez, L., González-Martínez, S.C., Nanos, N., de-Lucas, A.I., Ordóñez, C., del Peso, C. & Bravo, F. (2014). Can seed production and restricted dispersal limit recruitment in *Pinus pinaster* Aiton from the Spanish Northern Plateau? *Forest Ecology and Management* 313, pp. 329–339. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2013.10.033>.
50. Keeley, J.E. & Zedler, P.H. (1998). Evolution of life histories in *Pinus*. *Ecology and Biogeography of Pinus* (ed. D.M. Richardson), pp. 219–251. Cambridge University Press, Cambridge.
51. Keith, D. A., Holman, S., Rodoreta, S., Lemmon, J. & Bedward, M. (2007) Plant functional types can predict decade scale changes in fire-prone vegetation. *Journal of Ecology* 95, pp. 1324–1337.
52. Keith, D. A., Williams, J.E. & Woinarski, J.C.Z. (2002) Fire management and biodiversity conservation: key approaches and principles. Pages 401–425 in R. A. Bradstock, J. E. Williams, and M. A. Gill, editors. *Flammable Australia: the fire regimes and biodiversity of a continent*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
53. Lamont, B.B. (1991) Canopy seed storage – what's in a name? *Oikos*, 60, pp. 266–268. DOI: <https://doi.org/10.2307/3544876>
54. Louro, G., Monteiro, M. d., Constantino, L., Tomé, M., & Rego, F. (2010). Evolução do Material Lenhoso de Pinheiro-Bravo e Eucalipto. *Silva Lusitania*, 18(2), pp. 133-149. ISSN 0870-6352
55. Lucas-Borja, M. E., Ahrazem, O., Candel-Pérez, D., Moya, D., Fonseca, T., Tecles, E. H., De las Heras, J. & Gómez-Gómez, L. (2016). Evaluation of fire recurrence effect on genetic diversity in maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) stands using Inter-Simple Sequence Repeat profiles. *Science of The Total Environment*, 572, 25 January 2016, pp. 1322-1328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.105>
56. Maia, P., Pausas, J. G., Vasques, A., & Keizer, J. J. (2012). Fire severity as a key factor in

- post-fire regeneration of *Pinus pinaster* (Ait.) in Central Portugal. *Annals of forest science*, 69(4), pp. 489-498. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13595-012-0203-6>
57. Martínez-Sánchez, J. J., Marín, A., Herranz, J. M., Ferrandis, P., & De las Heras, J. (1995). Effects of high temperatures on germination of *Pinus halepensis* Mill. and *P. pinaster* Aiton subsp. *pinaster* seeds in southeast Spain. *Vegetatio*, 116(1), pp. 69-72. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00045279>
 58. Maugé, J. P., & Forestier, I. P. (1987). *Le pin maritime premier résineux de France*. Institut pour le développement forestier, 191 p, ISBN-13: 978-2904740077
 59. McMaster, G.S. & Zedler, P.H. (1981) Delayed seed dispersal in *Pinus torreyana* (Torrey pine). *Oecologia*, 51, pp. 62–66. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00344654>
 60. Nathan, R., Safriel, U.N., Noy-Meir, I. & Schiller, G. (1999) Seed release without fire in *Pinus halepensis*, a Mediterranean serotinous wind-dispersed tree. *Journal of Ecology*, 87, pp. 659–669. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.1999.00382.x>
 61. Noble, I. R., & Slatyer, R. O. (1977). Post-fire succession of plants in Mediterranean ecosystems [Eucalyptus]. USDA Forest Service General Technical Report WO, pp. 27-36.
 62. Noble, I.R. & Slatyer, R.O. (1980) The use of vital attributes to predict successional changes in plant communities subject to recurrent disturbances, *Vegetatio*, 43, pp. 5-21. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00121013>
 63. Oliveira, S. L., Pereira, J., & Carreiras, J. (2011) Fire Frequency analysis in Portugal (1975-2005), using Landsat-based area maps. *International Journal of Wildland Fire*, 21(1), pp. 48-60. <https://doi.org/10.1071/WF10131>
 64. Oliveira, Â. C., Pereira, J. S., & Correia, A. V. (2000). *A silvicultura do pinheiro bravo*, ISBN 972-98308-2-7. Centro Pinus, 111pp.
 65. Paiva, J. (2007) Soutos e castiçais In: *Do Castanheiro ao Teixo: As outras espécies florestais*. J.S. Silva (Coord.). Coleção Árvores e Florestas de Portugal, 05. FLAD / Público / LPN, Lisboa, pp. 31-37. ISBN: 978-989-619-102-3.
 66. Pausas, J. G. (1999). Mediterranean vegetation dynamics: modelling problems and functional types. *Plant Ecology*, 140(1), pp. 27-39. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1009752403216>
 67. Pausas, J.G., Ouadah, N., Ferran, A., Gimeno, T. & Vallejo, R. (2003). Fire severity and seedling establishment in *Pinus halepensis* woodlands, eastern Iberian Peninsula. *Plant Ecol.* 2, pp. 205–213. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1026019528443>
 68. Peterson, D.L. & Ryan, K.C. (1986). Modeling postfire conifer mortality for long range planning. *Environ. Manage.* 10, pp. 797–808. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01867732>
 69. Radich, M. & Alves, A. (2000) *Dois séculos da floresta em Portugal*. CELPA
 70. Rego, F.C. & Rigolot, E. (1990). Heat transfer through bark—a simple predictive model. In: Goldammer, J.G., Jenkins, M.J. (Eds.), *Fire in Ecosystem Dynamics*, Proc. 3rd Int. Symp. Fire Ecology, SPB Academic Publishing, The Hague, pp. 157–161.
 71. Reyes, O. & Casal, M. (1998) Germination of *Pinus pinaster*, *P. radiata* and *Eucalyptus globulus* in relation to the amount of ash produced in forest fires. In *Annales des sciences forestières*, 55 (7), pp. 837-845. EDP Sciences. DOI: <https://doi.org/10.1051/forest:19980707>

72. Reyes, O. & Casal, M. (2002) Effect of high temperatures on cone opening and on the release and viability of *Pinus pinaster* and *Pinus radiata* seeds in NW Spain. *Ann.Forest Sci.* 59, pp. 327–334. DOI: <https://doi.org/10.1051/forest:2002028>
73. Ryan, K.C. & Reinhardt, E.D. (1988). Predicting postfire mortality of seven western conifers. *Canadian Journal of Forest Research* 18, pp. 1291–1297. DOI: <https://doi.org/10.1139/x88-199>
74. Ryan, K. C. (1998, November). Analysis of the relative value of morphological variables in predicting fire-caused tree mortality. In *Proceedings of the III international conference on forest fire research and 14th conference on fire and forest meteorology, Luso-Coimbra, Portugal*. (Ed. DX Viegas) pp (pp. 1511-1526).
75. Tapias, R., & Gil, L. (2000). Adaptación reproductiva de las especies forestales ante el fuego. *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos Y experiencias.* (McGraw-Hill, Ed.) Madrid, pp. 4-36.
76. Tapias, R., Climent, J., Pardos, J.A. & Gil, L. (2004). Life histories of Mediterranean pines, *Plant Ecology*, 171(1), pp 53–68. doi: <https://doi.org/10.1023/B:VEGE.0000029383.72609.f0>
77. Tapias, R., Gil, L., Fuentes-Utrilla, P., & Pardos, J. A. (2001). Canopy seed banks in Mediterranean pines of south-eastern Spain: a comparison between *Pinus halepensis* Mill, *Pinus pinaster* Ait, *P. nigra* Arn., and *P. pinea* L. *Journal of Ecology*, 89(4), pp. 629-638. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2745.2001.00575.x/pdf>
78. Tavares, D., Sequeira, A.C., Rocha, M.S., Rego, F.C. & Reis, Rui (2013, junho) Efeitos do fogo sobre a dinâmica da vegetação: O caso das NUT do Douro e Alto Trás-os- Montes, 7º Congresso Florestal Nacional, Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais, Vila Real, Bragança, 5-8 de junho de 2013.
79. Tomé, M. (2014). Inventário Florestal – Apontamentos para apoio às aulas teóricas, Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, 258 pp.
80. Torres, I., Pérez, B., Quesada, J., Viedma, O. & Moreno, J.M. (2016) Forest shifts induced by fire and management legacies in a *Pinus pinaster* woodland, *Forest Ecology and Management*, 361, 1 February 2016, pp. 309-317, ISSN 0378-1127. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2015.11.027>.
81. Trabaud, L. & Oustric, J. (1989) Heat requirements for seed germination of three *Cistus* species in the garrigue of Southern France. *Flora* 183, pp. 321-325. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)31557-8](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)31557-8)
82. Trabaud, L. (1970) Quelques valeurs et observations sur la phytodynamique des surfaces incendiées dans le Bas-Languedoc (premiers resultats). *Natur. Montpel. Sci. But.* 21, pp. 231-242.
83. Trabaud, L., Michels, C. & Grosman, J. (1985). Recovery of burnt *Pinus halepensis* Mill. forests. II. Pine reconstitution after wildfire. *For. Ecol. Manage.* 13 (3-4), pp. 167-179. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(85\)90032-5](https://doi.org/10.1016/0378-1127(85)90032-5)
84. Valbuena, L., & Calvo, L., 1998. Seedling establishment after a wildfire in *Pinus pinaster* Ait and *Pinus nigra* Arn. stands. (D.X.Viegas, Ed.) *Proc. 3rd int. conf. forest fire research & 14th conf. fire and forest meteorology*, pp. 1901-1911.
85. Vega, J.A. (2000). Resistencia vegetativa ante el fuego a través de la historia de los incendios. In: Vélez, R. (Ed.), *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias.*

Mc Graw Hill, pp. 4.66–4.85.

86. Vega, J.A., Fernández, C., Pérez-Gorostiaga, P. & Fonturbel, T. (2008). The influence of fire severity, serotiny, and post-fire management on *Pinus pinaster* Ait. recruitment in three burnt areas in Galicia (NW Spain), *Forest Ecology and Management*, 256 (9), pp. 1596-1603, ISSN 0378-1127, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2008.07.005>.

ANEXOS:

Quadro 15 - Agregação das classes da Carta de Ocupação/Uso do Solo de Portugal Continental (2007)

Nível	Códigos da Classe COS	Descritivo	Sigla	
I, V	1, 3.2.4.09.1	Territórios Artificializados	U	U
I	2 (excluindo 2.2.2.01.3, 2.2.2.02.3, 2.2.2.03.3)	Áreas agrícolas	A	A
V	3.1.2.01.1, 3.1.2.02.1, 3.1.3.02.1	Pinheiro-bravo	Pb	Pb
V	3.2.4.03.1, 3.2.4.04.1, 3.2.4.06.1	Florestas abertas pinheiro-bravo	FaPb	FaPb
V	2.4.4.01.4, 2.4.4.01.6, 2.4.4.02.4, 2.4.4.02.6, 2.4.4.03.4, 2.4.4.03.6, 2.4.4.04.4, 2.4.4.04.6	Sistema Agro-Florestal de pinheiro-manso	SAF Pm	Pm
V	3.1.2.01.2, 3.1.2.02.2, 3.1.3.02.2, 3.2.4.03.2, 3.2.4.04.2, 3.2.4.06.2	Pinheiro-manso	Pm	
V	3.1.2.01.3, 3.1.2.02.3, 3.1.3.02.3, 3.1.3.02.4, 3.2.4.03.3, 3.2.4.04.3, 3.2.4.06.3, 3.2.4.06.4	Outras resinosas	Or	Or
V	3.1.1.01.5, 3.1.1.02.5, 3.2.4.01.5, 3.2.4.02.5	Eucalipto puro e misto de folhosas	Ec EcOf	Ec
V	3.1.3.01.5, 3.2.4.05.5	Eucalipto misto de resinosas	Ec Or	
V	2.4.4.01.1, 2.4.4.01.5, 2.4.4.02.1, 2.4.4.02.5, 2.4.4.03.1, 2.4.4.03.5, 2.4.4.04.1, 2.4.4.04.5	Sistema Agro-Florestal de sobreiro	SAF Sb	Sb
V	3.1.1.01.1, 3.1.1.02.1, 3.1.3.01.1, 3.2.4.01.1, 3.2.4.02.1, 3.2.4.05.1	Sobreiro	Sb	
V	2.4.4.01.2, 2.4.4.02.2, 2.4.4.03.2, 2.4.4.04.2	Sistema Agro-Florestal de azinheira	SAF Az	Az
V	3.1.1.01.2, 3.1.1.02.2, 3.1.3.01.2, 3.2.4.01.2, 3.2.4.02.2, 3.2.4.05.2	Azinheira	Az	
V	2.4.4.01.3, 2.4.4.02.3, 2.4.4.03.3, 2.4.4.04.3	Sistema Agro-Florestal de outros carvalhos	SAF Cv	Cv
V	3.1.1.01.3, 3.1.1.02.3, 3.1.3.01.3, 3.2.4.01.3, 3.2.4.02.3, 3.2.4.05.3	Carvalhos	Cv	
V	3.1.1.01.4, 3.1.1.02.4, 3.1.3.01.4, 3.2.4.01.4, 3.2.4.02.4, 3.2.4.05.4	Castanheiro talhadia (castiçais)	Cb	Ct
V	2.2.2.01.3, 2.2.2.02.3, 2.2.2.03.3	Castanheiro alto-fuste (soutos)	Cm	
V	3.1.1.01.6, 3.1.1.02.6, 3.1.3.01.6, 3.2.4.01.6, 3.2.4.02.6, 3.2.4.05.6	Espécies invasoras	Ac	Ac
V	3.1.1.01.7, 3.1.1.02.7, 3.1.3.01.7, 3.1.3.01.8, 3.2.4.01.7, 3.2.4.02.7, 3.2.4.05.7, 3.2.4.05.8	Outras folhosas	Fd	Fd
V	3.2.4.08.2	Novas plantações	NP	NP
III, V	3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4.07.1, 3.2.4.08.1, 3.3.4	Matos	M	M
III, V	3.2.4.10.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3	Improdutivos	I	I
I	4, 5	Zonas húmidas e corpos de água	H	H

Nomenclatura Carta de Ocupação do Solo 2007 (192 classes)

- 1.1.1.01.1 Tecido urbano contínuo predominantemente vertical
- 1.1.1.02.1 Tecido urbano contínuo predominantemente horizontal
- 1.1.1.03.1 Áreas de estacionamento e logradouros
- 1.1.2.01.1 Tecido urbano descontínuo
- 1.1.2.02.1 Tecido urbano descontínuo esparsos
- 1.2.1.01.1 Indústria
- 1.2.1.02.1 Comércio
- 1.2.1.03.1 Instalações agrícolas
- 1.2.1.04.1 Equipamentos públicos e privados
- 1.2.1.05.1 Infra-estruturas de produção de energia renovável
- 1.2.1.05.2 Infra-estruturas de produção de energia não renovável
- 1.2.1.06.1 Infra-estruturas de captação, tratamento e abastecimento de águas para consumo
- 1.2.1.07.1 Infra-estruturas de tratamento de resíduos e águas residuais
- 1.2.2.01.1 Rede viária e espaços associados
- 1.2.2.02.1 Rede ferroviária e espaços associados
- 1.2.3.01.1 Terminais portuários de mar e de rio
- 1.2.3.02.1 Estaleiros navais e docas secas
- 1.2.3.03.1 Marinas e docas pesca
- 1.2.4.01.1 Aeroportos
- 1.2.4.02.1 Aeródromos
- 1.3.1.01.1 Minas a céu aberto
- 1.3.1.02.1 Pedreiras
- 1.3.2.01.1 Aterros
- 1.3.2.02.1 Lixeiras e sucatas
- 1.3.3.01.1 Áreas em construção
- 1.3.3.02.1 Áreas abandonadas em territórios artificializados
- 1.4.1.01.1 Parques e jardins
- 1.4.1.02.1 Cemitérios
- 1.4.2.01.1 Campos de golfe
- 1.4.2.01.2 Outras instalações desportivas
- 1.4.2.02.1 Parques de campismo
- 1.4.2.02.2 Outros equipamentos de lazer
- 1.4.2.03.1 Equipamentos culturais e zonas históricas
- 2.1.1.01.1 Culturas temporárias de sequeiro
- 2.1.1.02.1 Estufas e viveiros
- 2.1.2.01.1 Culturas temporárias de regadio
- 2.1.3.01.1 Arrozaes
- 2.2.1.01.1 Vinhas
- 2.2.1.02.1 Vinhas com pomar
- 2.2.1.03.1 Vinhas com olival
- 2.2.2.01.1 Pomares de frutos frescos
- 2.2.2.01.2 Pomares de amendoeira
- 2.2.2.01.3 Pomares de castanheiro

- 2.2.2.01.4 Pomares de alfarrobeira
- 2.2.2.01.5 Pomares de citrinos
- 2.2.2.01.6 Outros pomares
- 2.2.2.02.1 Pomares de frutos frescos com vinha
- 2.2.2.02.2 Pomares de amendoeira com vinha
- 2.2.2.02.3 Pomares de castanheiro com vinha
- 2.2.2.02.4 Pomares de alfarrobeira com vinha
- 2.2.2.02.5 Pomares de citrinos com vinha
- 2.2.2.02.6 Outros pomares com vinha
- 2.2.2.03.1 Pomares de frutos frescos com olival
- 2.2.2.03.2 Pomares de amendoeira com olival
- 2.2.2.03.3 Pomares de castanheiro com olival
- 2.2.2.03.4 Pomares de alfarrobeira com olival
- 2.2.2.03.5 Pomares de citrinos com olival
- 2.2.2.03.6 Outros pomares com olival
- 2.2.3.01.1 Olivais
- 2.2.3.02.1 Olivais com vinha
- 2.2.3.03.1 Olivais com pomar
- 2.3.1.01.1 Pastagens permanentes
- 2.4.1.01.1 Culturas temporárias de sequeiro associadas a vinha
- 2.4.1.01.2 Culturas temporárias de sequeiro associadas a pomar
- 2.4.1.01.3 Culturas temporárias de sequeiro associadas a olival
- 2.4.1.02.1 Culturas temporárias de regadio associadas a vinha
- 2.4.1.02.2 Culturas temporárias de regadio associadas a pomar
- 2.4.1.02.3 Culturas temporárias de regadio associadas a olival
- 2.4.1.03.1 Pastagens associadas a vinha
- 2.4.1.03.2 Pastagens associadas a pomar
- 2.4.1.03.3 Pastagens associadas a olival
- 2.4.2.01.1 Sistemas culturais e parcelares complexos
- 2.4.3.01.1 Agricultura com espaços naturais e semi-naturais
- 2.4.4.01.1 SAF de sobreiro com culturas temporárias de sequeiro
- 2.4.4.01.2 SAF de azinheira com culturas temporárias de sequeiro
- 2.4.4.01.3 SAF de outros carvalhos com culturas temporárias de sequeiro
- 2.4.4.01.4 SAF de outras espécies com culturas temporárias de sequeiro
- 2.4.4.01.5 SAF de sobreiro com azinheira e com culturas temporárias de sequeiro
- 2.4.4.01.6 SAF de outras misturas com culturas temporárias de sequeiro
- 2.4.4.02.1 SAF de sobreiro com culturas temporárias de regadio
- 2.4.4.02.2 SAF de azinheira com culturas temporárias de regadio
- 2.4.4.02.3 SAF de outros carvalhos com culturas temporárias de regadio
- 2.4.4.02.4 SAF de outras espécies com culturas temporárias de regadio
- 2.4.4.02.5 SAF de sobreiro com azinheira e com culturas temporárias de regadio
- 2.4.4.02.6 SAF de outras misturas com culturas temporárias de regadio
- 2.4.4.03.1 SAF de sobreiro com pastagens
- 2.4.4.03.2 SAF de azinheira com pastagens
- 2.4.4.03.3 SAF de outros carvalhos com pastagens

- 2.4.4.03.4 SAF de outras espécies com pastagens
- 2.4.4.03.5 SAF de sobreiro com azinheira com pastagens
- 2.4.4.03.6 SAF de outras misturas com pastagens
- 2.4.4.04.1 SAF de sobreiro com culturas permanentes
- 2.4.4.04.2 SAF de azinheira com culturas permanentes
- 2.4.4.04.3 SAF de outros carvalhos com culturas permanentes
- 2.4.4.04.4 SAF de outras espécies com culturas permanentes
- 2.4.4.04.5 SAF de sobreiro com azinheira com culturas permanentes
- 2.4.4.04.6 SAF de outras misturas com culturas permanentes
- 3.1.1.01.1 Florestas de sobreiro
- 3.1.1.01.2 Florestas de azinheira
- 3.1.1.01.3 Florestas de outros carvalhos
- 3.1.1.01.4 Florestas de castanheiro
- 3.1.1.01.5 Florestas de eucalipto
- 3.1.1.01.6 Florestas de espécies invasoras
- 3.1.1.01.7 Florestas de outras folhosas
- 3.1.1.02.1 Florestas de sobreiro com folhosas
- 3.1.1.02.2 Florestas de azinheira com folhosas
- 3.1.1.02.3 Florestas de outros carvalhos com folhosas
- 3.1.1.02.4 Florestas de castanheiro com folhosas
- 3.1.1.02.5 Florestas de eucalipto com folhosas
- 3.1.1.02.6 Florestas de espécies invasoras com folhosas
- 3.1.1.02.7 Florestas de outra folhosa com folhosas
- 3.1.2.01.1 Florestas de pinheiro bravo
- 3.1.2.01.2 Florestas de pinheiro manso
- 3.1.2.01.3 Florestas de outras resinosas
- 3.1.2.02.1 Florestas de pinheiro bravo com resinosas
- 3.1.2.02.2 Florestas de pinheiro manso com resinosas
- 3.1.2.02.3 Florestas de outra resinosa com resinosas
- 3.1.3.01.1 Florestas de sobreiro com resinosas
- 3.1.3.01.2 Florestas de azinheira com resinosas
- 3.1.3.01.3 Florestas de outros carvalhos com resinosas
- 3.1.3.01.4 Florestas de castanheiro com resinosas
- 3.1.3.01.5 Florestas de eucalipto com resinosas
- 3.1.3.01.6 Florestas de espécies invasoras com resinosas
- 3.1.3.01.7 Florestas de outra folhosa com resinosas
- 3.1.3.01.8 Florestas de misturas de folhosas com resinosas
- 3.1.3.02.1 Florestas de pinheiro bravo com folhosas
- 3.1.3.02.2 Florestas de pinheiro manso com folhosas
- 3.1.3.02.3 Florestas de outra resinosa com folhosas
- 3.1.3.02.4 Florestas de misturas de resinosas com folhosas
- 3.2.1.01.1 Vegetação herbácea natural
- 3.2.2.01.1 Matos densos
- 3.2.2.02.1 Matos pouco densos
- 3.2.3.01.1 Vegetação esclerófito densa

- 3.2.3.02.1 Vegetação esclerófito pouco densa
- 3.2.4.01.1 Florestas abertas de sobreiro
- 3.2.4.01.2 Florestas abertas de azinheira
- 3.2.4.01.3 Florestas abertas de outros carvalhos
- 3.2.4.01.4 Florestas abertas de castanheiro
- 3.2.4.01.5 Florestas abertas de eucalipto
- 3.2.4.01.6 Florestas abertas de espécies invasoras
- 3.2.4.01.7 Florestas abertas de outras folhosas
- 3.2.4.02.1 Florestas abertas de sobreiro com folhosas
- 3.2.4.02.2 Florestas abertas de azinheira com folhosas
- 3.2.4.02.3 Florestas abertas de outros carvalhos com folhosas
- 3.2.4.02.4 Florestas abertas de castanheiro com folhosas
- 3.2.4.02.5 Florestas abertas de eucalipto com folhosas
- 3.2.4.02.6 Florestas abertas de espécies invasoras com folhosas
- 3.2.4.02.7 Florestas abertas de outra folhosa com folhosas
- 3.2.4.03.1 Florestas abertas de pinheiro bravo
- 3.2.4.03.2 Florestas abertas de pinheiro manso
- 3.2.4.03.3 Florestas abertas de outras resinosas
- 3.2.4.04.1 Florestas abertas de pinheiro bravo com resinosas
- 3.2.4.04.2 Florestas abertas de pinheiro manso com resinosas
- 3.2.4.04.3 Florestas abertas de outra resinosa com resinosas
- 3.2.4.05.1 Florestas abertas de sobreiro com resinosas
- 3.2.4.05.2 Florestas abertas de azinheira com resinosas
- 3.2.4.05.3 Florestas abertas de outros carvalhos com resinosas
- 3.2.4.05.4 Florestas abertas de castanheiro com resinosas
- 3.2.4.05.5 Florestas abertas de eucalipto com resinosas
- 3.2.4.05.6 Florestas abertas de espécies invasoras com resinosas
- 3.2.4.05.7 Florestas abertas de outra folhosa com resinosas
- 3.2.4.05.8 Florestas abertas de misturas de folhosas com resinosas
- 3.2.4.06.1 Florestas abertas de pinheiro bravo com folhosas
- 3.2.4.06.2 Florestas abertas de pinheiro manso com folhosas
- 3.2.4.06.3 Florestas abertas de outras resinosas com folhosas
- 3.2.4.06.4 Florestas abertas de misturas de resinosas com folhosas
- 3.2.4.07.1 Outras formações lenhosas
- 3.2.4.08.1 Cortes rasos
- 3.2.4.08.2 Novas plantações
- 3.2.4.09.1 Viveiros florestais
- 3.2.4.10.1 Aceiros e/ou corta-fogos
- 3.3.1.01.1 Praias, dunas e areais interiores
- 3.3.1.02.1 Praias, dunas e areais costeiros
- 3.3.2.01.1 Rocha nua
- 3.3.3.01.1 Vegetação esparsa
- 3.3.4.01.1 Áreas ardidas
- 4.1.1.01.1 Paúis
- 4.1.2.01.1 Turfeiras

- 4.2.1.01.1 Sapais
- 4.2.2.01.1 Salinas
- 4.2.2.02.1 Aquicultura litoral
- 4.2.3.01.1 Zonas entre-marés
- 5.1.1.01.1 Cursos de água naturais
- 5.1.1.02.1 Canais artificiais
- 5.1.2.01.1 Lagos e lagoas interiores artificiais
- 5.1.2.01.2 Lagos e lagoas interiores naturais
- 5.1.2.02.1 Reservatórios de barragens
- 5.1.2.03.1 Reservatórios de represas ou de açudes
- 5.1.2.03.2 Charcas
- 5.1.2.03.3 Aquicultura interior
- 5.2.1.01.1 Lagoas costeiras
- 5.2.2.01.1 Desembocaduras fluviais
- 5.2.3.01.1 Oceano

Quadro 16 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de PbE (1970).

COD_ 1PbE.xls	AREA (ha)											
	Número de incêndios> 1											Nfogos=0
Transição/MinIR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	[10-12]	[13-16]	33
PbE ⇒ U	7	95	18	25	18	12	14	12	28	36	8	13367
PbE ⇒ A	7	61	5	12	9	2	10	5	8	9	13	8651
PbE ⇒ SAF Sb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
PbE ⇒ SAF Az	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PbE ⇒ SAF Cv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
PbE ⇒ SAF Pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
PbE ⇒ Sb	5	2	2	6	1	0	5	1	5	0	0	213
PbE ⇒ Az	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
PbE ⇒ Cv	1	18	0	4	3	1	2	0	6	0	1	529
PbE ⇒ Cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
PbE ⇒ Cb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
PbE ⇒ Ec Ecof	672	3757	485	739	550	744	413	339	269	654	373	28680
PbE ⇒ EcOr	58	702	101	108	159	151	52	108	65	36	25	15225
PbE ⇒ Ac	0	4	0	2	3	0	1	5	1	22	0	199
PbE ⇒ Fd	22	117	13	26	9	17	9	9	14	24	22	3559
PbE ⇒ Pb	77	622	62	87	59	56	46	47	69	47	92	40729
PbE ⇒ FaPb	47	175	19	85	27	8	11	18	11	19	14	1303
PbE ⇒ Pm	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	222
PbE ⇒ Or	0	49	0	3	1	0	0	0	0	0	0	284
PbE ⇒ M	184	1006	88	245	97	68	73	42	47	77	20	4559
PbE ⇒ NP	340	953	52	41	47	42	15	35	34	45	37	4249
PbE ⇒ I	59	57	1	7	2	1	3	20	1	4	14	204
PbE ⇒ H	0	3	0	1	1	0	1	1	0	0	0	340
TOTAL	1479	7623	850	1401	991	1109	661	650	568	975	619	122415

Quadro 17 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de PbN (1970).

COD_2PbN.xls	AREA (ha)														
	Número de incêndios > 1														Nº fogos=0
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	[13;14]	[15;16]	
Transição/MinIR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	[13;14]	[15;16]	33
PbN ⇒ U	7	47	22	20	15	31	4	12	12	7	8	2	5	2	1449
PbN ⇒ A	67	155	82	120	129	102	126	34	40	43	15	12	16	2	3813
PbN ⇒ SAF Sb	5	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	62
PbN ⇒ SAF Az	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
PbN ⇒ SAF Cv	1	5	2	9	10	4	5	2	0	1	0	0	1	0	74
PbN ⇒ SAF Pm	0	1	7	3	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	44
PbN ⇒ Sb	10	8	4	17	1	1	3	6	5	1	0	0	0	0	350
PbN ⇒ Az	3	6	5	5	12	4	13	10	9	3	3	1	0	0	71
PbN ⇒ Cv	69	220	145	238	123	103	140	68	107	34	12	18	16	2	1412
PbN ⇒ Cm	4	16	3	9	3	10	3	3	1	12	7	0	0	0	195
PbN ⇒ Cb	18	58	12	25	31	19	13	8	12	14	4	8	3	11	87
PbN ⇒ Ec Ecof	169	979	86	518	173	237	199	88	199	147	93	87	76	128	2840
PbN ⇒ EcOr	14	30	4	10	2	5	3	1	1	0	0	6	0	1	418
PbN ⇒ Ac	2	10	1	3	4	5	4	2	6	1	0	1	0	0	207
PbN ⇒ Fd	76	129	48	54	45	57	44	24	44	18	15	5	8	7	1039
PbN ⇒ Pb	479	658	145	369	177	317	216	249	360	338	130	91	62	126	33920
PbN ⇒ FaPb	747	2761	210	470	455	360	316	148	321	228	118	63	54	38	2475
PbN ⇒ Pm	2	9	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	586
PbN ⇒ Or	88	38	30	26	8	15	8	22	22	11	1	2	6	0	489
PbN ⇒ M	2887	10823	2102	2763	1971	3109	2563	934	1701	409	465	145	230	89	8008
PbN ⇒ NP	303	1453	200	385	364	443	386	107	623	133	107	48	106	68	1884
PbN ⇒ I	243	1014	191	153	144	139	141	26	166	54	8	5	37	8	578
PbN ⇒ H	2	2	0	6	0	1	0	0	1	1	1	0	5	0	88
TOTAL	5197	18423	3301	5209	3672	4963	4193	1744	3632	1454	988	494	624	482	60105

Quadro 18 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de PbB (1970).

COD_3PbB.xls	AREA (ha)											
	Número de Incêndios > 1											Nfogos=0
Transição/MinIR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	[11;16]	33
PbB ⇒ U	16	33	8	5	9	5	4	4	3	3	9	1697
PbB ⇒ A	11	43	12	23	10	19	12	11	4	4	17	2471
PbB ⇒ SAF Sb	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	102
PbB ⇒ SAF Az	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
PbB ⇒ SAF Cv	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14
PbB ⇒ SAF Pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
PbB ⇒ Sb	1	7	1	9	0	0	0	9	0	1	1	325
PbB ⇒ Az	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	46
PbB ⇒ Cv	27	30	6	30	39	20	24	22	22	11	5	635
PbB ⇒ Cm	0	1	2	1	3	2	1	0	0	0	2	79
PbB ⇒ Cb	0	2	2	1	0	3	5	1	0	0	1	53
PbB ⇒ Ec Ecof	221	1238	101	262	205	172	128	88	121	117	133	3653
PbB ⇒ EcOr	32	149	28	47	41	40	5	2	19	4	51	851
PbB ⇒ Ac	3	2	1	0	40	5	3	1	0	1	0	200
PbB ⇒ Fd	57	100	18	27	27	74	20	34	23	10	22	945
PbB ⇒ Pb	128	404	54	285	102	192	119	119	133	136	232	19278
PbB ⇒ FaPb	212	754	175	199	83	148	95	44	32	70	72	1263
PbB ⇒ Pm	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170
PbB ⇒ Or	17	9	5	15	5	7	1	8	1	1	2	147
PbB ⇒ M	1269	2942	383	979	476	570	351	195	271	73	132	3288
PbB ⇒ NP	232	409	75	184	46	147	118	26	78	33	123	1193
PbB ⇒ I	82	175	30	43	41	62	16	4	21	0	5	197
PbB ⇒ H	0	2	0	0	0	0	1	0	0	1	1	30
TOTAL	2312	6300	901	2114	1128	1466	901	569	728	466	810	36673

Quadro 19 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de PbFAf (1970).

Cod_4PbFAF.xls	AREA (ha)											
	Número de incêndios > 1											Nfogos=0
Transição/MinIR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	[11-16]	33
PbFAf ⇒ U	25	59	25	43	21	8	9	9	6	10	8	6613
PbFAf ⇒ A	12	74	14	57	33	13	10	8	9	11	20	7774
PbFAf ⇒ SAF Sb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149
PbFAf ⇒ SAF Az	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
PbFAf ⇒ SAF Cv	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	38
PbFAf ⇒ SAF Pm	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	67
PbFAf ⇒ Sb	41	89	27	55	6	9	4	3	6	0	0	828
PbFAf ⇒ Az	35	48	18	84	22	8	16	7	7	1	0	34
PbFAf ⇒ Cv	139	545	40	311	110	36	23	22	43	14	32	791
PbFAf ⇒ Cm	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	70
PbFAf ⇒ Cb	423	1626	189	1491	293	564	140	132	77	49	117	104
PbFAf ⇒ Ec Ecof	321	2627	381	1533	588	573	374	170	106	148	587	10489
PbFAf ⇒ EcOr	40	214	26	50	48	58	18	21	32	13	25	3861
PbFAf ⇒ Ac	16	40	23	22	38	29	10	2	3	17	5	284
PbFAf ⇒ Fd	145	675	28	176	48	86	24	15	34	24	80	2525
PbFAf ⇒ Pb	913	564	101	460	278	259	146	108	244	275	626	52775
PbFAf ⇒ FaPb	198	1611	24	228	129	20	69	28	48	49	111	2808
PbFAf ⇒ Pm	18	151	6	91	5	9	1	0	7	7	1	638
PbFAf ⇒ Or	2	20	5	13	14	10	0	1	3	0	46	472
PbFAf ⇒ M	1410	3911	499	2930	1130	322	372	139	233	50	231	7167
PbFAf ⇒ NP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3365
PbFAf ⇒ I	130	726	20	24	21	6	9	8	62	1	1	264
PbFAf ⇒ H	3	1	0	16	2	2	1	0	0	0	3	65
TOTAL	3874	12984	1427	7585	2790	2012	1225	674	922	669	1893	101199

Quadro 20 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de Pb10a40 (1970).

Cod_5Pb10a40.xls	AREA (ha)											
	Número de incêndios > 1											Nfogos=0
Transição/MinIR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	[11;16]	33
Pb10a40 ⇒ U	4	9	33	38	5	12	14	6	9	12	12	1357
Pb10a40 ⇒ A	13	24	30	15	24	16	8	11	14	5	32	1692
Pb10a40 ⇒ SAF Sb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
Pb10a40 ⇒ SAF Az	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Pb10a40 ⇒ SAF Cv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Pb10a40 ⇒ SAF Pm	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	10
Pb10a40 ⇒ Sb	1	0	8	2	0	0	0	0	2	1	4	195
Pb10a40 ⇒ Az	0	0	1	0	5	0	3	0	1	0	0	29
Pb10a40 ⇒ Cv	11	47	42	39	31	32	9	18	7	5	12	349
Pb10a40 ⇒ Cm	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Pb10a40 ⇒ Cb	0	0	1	1	1	2	0	1	2	0	0	20
Pb10a40 ⇒ Ec Ecof	153	226	664	106	291	121	84	220	153	75	198	1721
Pb10a40 ⇒ EcOr	48	20	110	38	40	62	27	24	24	18	18	602
Pb10a40 ⇒ Ac	4	4	13	8	6	7	1	4	3	3	0	55
Pb10a40 ⇒ Fd	27	43	91	24	16	25	7	17	31	23	20	661
Pb10a40 ⇒ Pb	98	80	203	67	92	79	37	62	153	34	148	7938
Pb10a40 ⇒ FaPb	146	257	687	99	133	96	38	80	103	39	57	1060
Pb10a40 ⇒ Pm	1	4	8	7	0	5	1	0	6	0	3	439
Pb10a40 ⇒ Or	7	15	6	5	6	2	2	1	0	0	6	118
Pb10a40 ⇒ M	500	990	2039	734	926	432	477	386	255	109	144	1965
Pb10a40 ⇒ NP	48	67	206	59	74	38	19	38	24	33	28	524
Pb10a40 ⇒ I	41	124	504	17	57	39	8	17	6	2	11	128
Pb10a40 ⇒ H	1	0	4	0	1	0	0	0	1	3	2	30
TOTAL	1101	1910	4651	1262	1708	968	736	887	790	362	694	18978

Quadro 21 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de Pb40a70 (1970).

COD_6Pb40a70.xls	AREA (ha)												Nfogos=0
	Número de incêndios > 1												
Transição/MinIR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	[11-13]	[14-16]	33
Pb40a70 ⇒ U	8	80	15	42	15	11	5	11	6	13	15	5	3613
Pb40a70 ⇒ A	35	67	30	50	25	21	14	20	13	4	13	3	4267
Pb40a70 ⇒ SAF Sb	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	137
Pb40a70 ⇒ SAF Az	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Pb40a70 ⇒ SAF Cv	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Pb40a70 ⇒ SAF Pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
Pb40a70 ⇒ Sb	4	25	13	33	4	6	0	2	3	0	1	0	329
Pb40a70 ⇒ Az	0	6	1	8	6	2	5	4	4	0	0	0	46
Pb40a70 ⇒ Cv	53	148	73	89	98	45	29	18	28	13	17	3	791
Pb40a70 ⇒ Cm	2	1	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	36
Pb40a70 ⇒ Cb	0	2	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	34
Pb40a70 ⇒ Ec Ecof	362	1623	137	675	249	226	240	176	168	105	200	148	4096
Pb40a70 ⇒ EcOr	90	177	19	65	45	27	10	31	34	9	29	8	1753
Pb40a70 ⇒ Ac	6	4	2	6	6	1	2	0	1	2	0	1	135
Pb40a70 ⇒ Fd	57	152	45	64	42	36	26	22	35	22	16	14	1536
Pb40a70 ⇒ Pb	145	463	108	201	102	106	77	114	155	125	96	136	21142
Pb40a70 ⇒ FaPb	352	986	187	420	157	150	141	148	68	82	74	29	1813
Pb40a70 ⇒ Pm	0	19	10	9	0	0	0	0	0	0	2	0	750
Pb40a70 ⇒ Or	14	21	1	11	3	7	6	1	1	0	3	0	207
Pb40a70 ⇒ M	1115	3566	761	2305	667	885	556	355	292	96	198	92	3618
Pb40a70 ⇒ NP	92	435	30	134	73	87	47	29	31	34	39	69	998
Pb40a70 ⇒ I	156	560	49	103	38	41	17	8	17	7	6	3	164
Pb40a70 ⇒ H	0	2	0	3	0	2	1	0	0	0	0	0	76
TOTAL	2494	8340	1481	4224	1532	1653	1182	941	859	516	709	509	45615

Quadro 22 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de Pb70a100 (1970).

COD_7Pb70a100.xls	AREA (ha)												
	Número de incêndios > 1												Nfogos=0
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	[10-11]	[12-14]	[15-16]	
Transição/MinIR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	[10-11]	[12-14]	[15-16]	33
Pb70a100 ⇒ U	30	180	62	74	54	64	52	26	48	42	30	4	16081
Pb70a100 ⇒ A	82	338	82	237	82	94	83	46	53	68	37	12	15552
Pb70a100 ⇒ SAF Sb	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	18700
Pb70a100 ⇒ SAF Az	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	463
Pb70a100 ⇒ SAF Cv	0	1	3	7	0	8	12	0	0	1	0	0	2488
Pb70a100 ⇒ SAF Pm	2	1	1	0	0	0	2	0	0	3	0	0	1676
Pb70a100 ⇒ Sb	1	33	7	41	2	2	5	1	3	1	0	0	745
Pb70a100 ⇒ Az	9	11	9	1	19	2	19	24	0	0	0	0	2910
Pb70a100 ⇒ Cv	147	654	275	433	282	291	147	211	206	138	37	4	2614
Pb70a100 ⇒ Cm	10	15	12	4	8	5	7	3	10	10	1	0	407
Pb70a100 ⇒ Cb	11	14	7	4	10	6	5	3	5	8	1	1	10519
Pb70a100 ⇒ Ec Ecof	1459	7490	913	3816	1398	1701	1485	591	770	832	849	552	97908
Pb70a100 ⇒ EcOr	263	1080	170	287	299	145	122	110	118	86	69	23	7687
Pb70a100 ⇒ Ac	13	58	18	65	50	25	20	12	36	37	5	8	2917
Pb70a100 ⇒ Fd	213	587	190	242	169	161	134	88	196	106	65	40	770
Pb70a100 ⇒ Pb	1405	2615	491	1750	740	812	662	526	700	1223	748	299	13888
Pb70a100 ⇒ FaPb	1392	5541	757	2416	669	455	642	409	342	421	236	46	438
Pb70a100 ⇒ Pm	3	40	41	4	31	7	1	1	9	0	1	0	34728
Pb70a100 ⇒ Or	50	132	10	32	15	13	11	7	13	8	31	3	3029
Pb70a100 ⇒ M	4935	15495	3364	14097	3512	3613	2571	1259	1468	812	558	83	507
Pb70a100 ⇒ NP	1052	2895	161	822	281	263	200	129	168	167	179	58	54
Pb70a100 ⇒ I	358	1631	161	272	109	60	58	38	33	25	5	1	109
Pb70a100 ⇒ H	1	11	0	4	0	0	0	0	0	0	4	1	0
TOTAL	11437	38820	6735	24611	7729	7732	6236	3483	4179	3988	2856	1136	234188

Quadro 23 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de PbX (1970).

COD_8PbX.xls	AREA (ha)									
	Número de incêndios > 1									Nfogos=0
Transição/MinIR	1	2	3	4	5	6	[7;8]	[9-11]	[12-16]	33
PbX ⇒ U	3	9	6	7	6	2	5	1	10	2490
PbX ⇒ A	14	56	17	45	22	17	17	23	4	4562
PbX ⇒ SAF Sb	0	5	0	1	0	0	0	0	0	827
PbX ⇒ SAF Az	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
PbX ⇒ SAF Cv	0	2	5	1	21	1	1	1	0	36
PbX ⇒ SAF Pm	0	0	1	0	0	1	2	0	0	286
PbX ⇒ Sb	21	21	28	88	7	0	19	2	0	3829
PbX ⇒ Az	7	9	5	3	1	7	17	18	3	131
PbX ⇒ Cv	142	327	226	382	152	101	194	145	32	2454
PbX ⇒ Cm	2	1	0	0	2	1	0	0	0	29
PbX ⇒ Cb	2	1	3	7	5	5	14	4	17	164
PbX ⇒ Ec Ecof	23	269	60	237	60	105	73	61	70	3416
PbX ⇒ EcOr	2	57	9	33	0	3	12	7	4	849
PbX ⇒ Ac	4	38	2	4	19	7	1	2	3	263
PbX ⇒ Fd	21	112	34	34	50	92	28	56	25	2618
PbX ⇒ Pb	29	123	65	69	34	55	80	74	41	12505
PbX ⇒ FaPb	116	447	81	162	100	33	75	124	9	1156
PbX ⇒ Pm	1	10	2	5	2	2	1	9	0	3272
PbX ⇒ Or	2	5	1	14	4	3	0	3	4	618
PbX ⇒ M	401	1070	351	633	212	278	184	129	70	2635
PbX ⇒ NP	44	104	30	49	23	47	16	17	23	1082
PbX ⇒ I	14	55	10	6	15	15	7	3	0	121
PbX ⇒ H	1	2	0	0	1	0	1	0	0	65
TOTAL	849	2724	936	1779	734	776	749	678	317	43434

Quadro 24 – Distribuição das diversas ocupações em 2004/06, de acordo com os intervalos mínimo de recorrência entre incêndios (MinIR) nas áreas de Pb – bosquetes (1970).

COD_9Pb.xls	AREA (ha)				
	Número de incêndios > 1				Nfogos=0
Transição/MinIR	[1;2]	[3;4]	[5-7]	[8-16]	33
Pb ⇒ U	3	4	4	2	1184
Pb ⇒ A	30	24	25	13	3409
Pb ⇒ SAF Sb	0	0	0	0	97
Pb ⇒ SAF Az	0	0	0	0	10
Pb ⇒ SAF Cv	1	2	1	0	18
Pb ⇒ SAF Pm	0	0	1	0	42
Pb ⇒ Sb	2	4	0	0	227
Pb ⇒ Az	1	1	0	1	21
Pb ⇒ Cv	36	36	35	14	431
Pb ⇒ Cm	1	0	1	1	49
Pb ⇒ Cb	0	0	1	0	29
Pb ⇒ Ec Ecof	81	50	34	41	866
Pb ⇒ EcOr	9	1	2	1	265
Pb ⇒ Ac	1	1	1	0	32
Pb ⇒ Fd	16	8	5	6	599
Pb ⇒ Pb	32	18	18	20	3297
Pb ⇒ FaPb	60	26	30	12	350
Pb ⇒ Pm	1	2	0	0	142
Pb ⇒ Or	2	0	2	0	46
Pb ⇒ M	366	285	197	95	1224
Pb ⇒ NP	32	25	18	16	258
Pb ⇒ I	25	8	8	4	22
Pb ⇒ H	0	0	0	1	19
TOTAL	700	496	381	227	12637